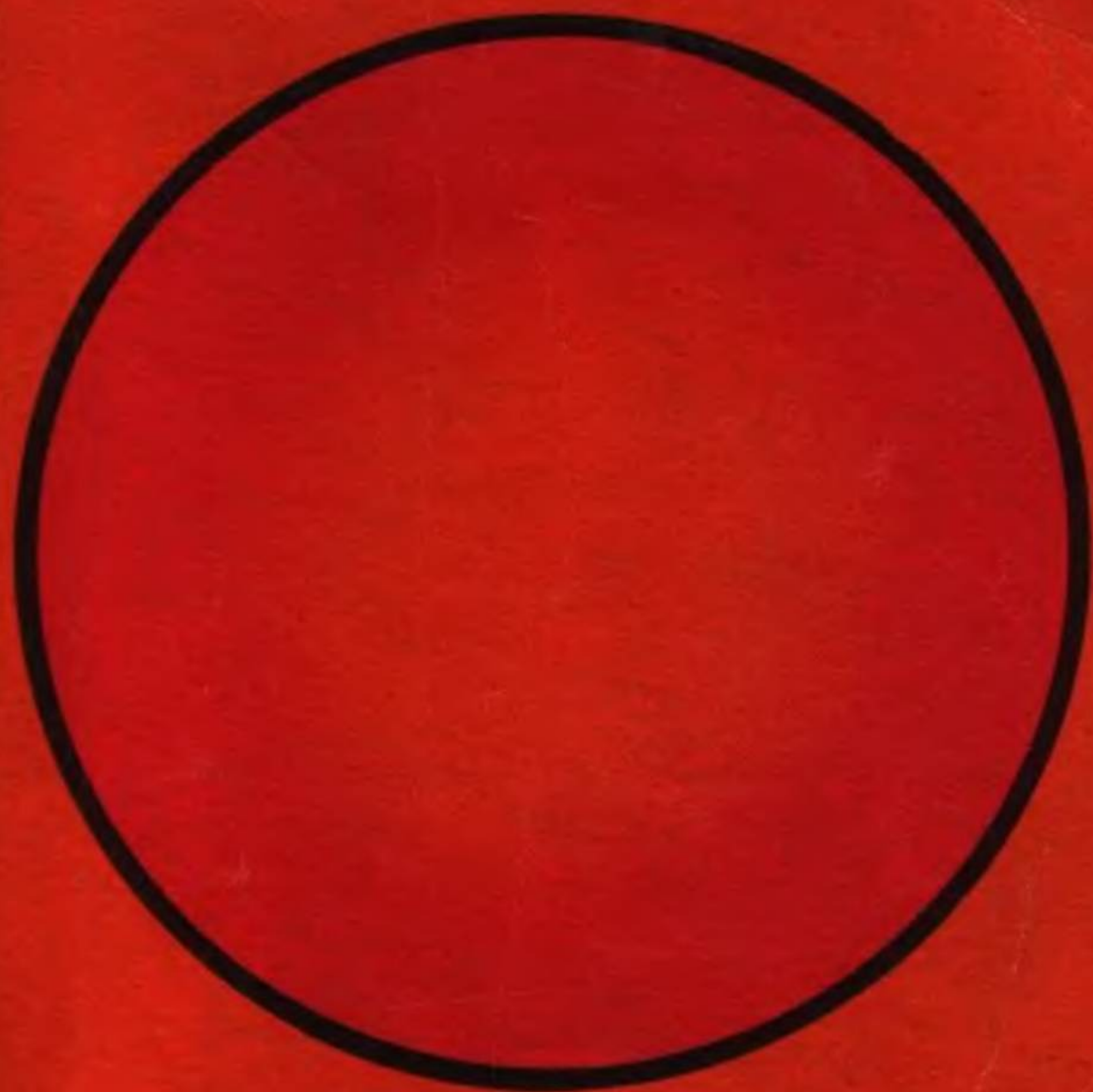


Stefan Sękowski

Z TWORZYWAMI SZTUCZNYMI NA TY

Okładkę projektował
Zbysław Pisula

Ilustracje wykonali
J. Gidycki, S. Kuszczyński

Redaktor
Jadwiga Sobczak





Spotykamy się znowu

A więc spotykamy się znowu.

Ale Ty przez ten czas urosłeś! Widać to choćby po trochę za krótkich nogawkach od spodni. I czy mi się zdaje, pod Twoją czupryną przybyło trochę oleju w głowie. A oczy patrzą jeszcze bystrzej i ciekawiej na ten świat.

Policz tylko, który to już raz się spotykamy?

Jak dawniej, tak i teraz tematyki poruszanej w naszych spotkaniach dostarczyłeś mi sam. Nie wierzysz? Posłuchaj.

„Czym wypolerować płytkę pleksi, aby po opiłowaniu była znów przezroczysta i bez rys?".

„Mam długopis, taki ukochany, czarny z metalową skuwką. Odłamał mi się w nim kawałek przy nasadzie. Kawałek gdzieś mi się zgubił, więc proszę o radę, z czego dorobić brakującą część?" „Chcemy z kolegą zbudować małą łódź żaglową. Jakie tworzywo sztuczne będzie tu najlepsze? Czy winidur będzie dobry?" „W jaki sposób robi się plastyki? Proszę o przepisy." „Czym rozpuścić odpadki plastyku, aby można było odlać coś nowego w formie?"



„Interesuje mnie technika barwienia tworzyw sztucznych, a zwłaszcza polistyrenu. Czy można polistyren malować? Jeżeli tak, to czym?" „Widziałem kiedyś śliczną broszkę. W środku czegoś twardego i przezroczystego tkwił owad. Jak to się robi?"

Oto parę wyjątków z Twoich listów. Chyba je pamiętasz, prawda?

Przyznaję szczerze, że niejednokrotnie solidnie się natrudziłem nad odpowiedzią na te pytania. Jedne, dotyczące ściśle sprecyzowanego i wąskiego zagadnienia, wymagały z mojej strony poszukiwań w fachowych książkach, drugie zaś były często tak naiwne i nierealne, że doprawdy ręce wprost mi opadały.

Po staranniejszym jednak przejrzeniu Twoich listów dotyczących tworzyw sztucznych doszedłem do przekonania, że temat ten bardzo Cię interesuje, ale — co tu dużo ukrywać — Twoje wiadomości z tej dziedziny są raczej skromne i fragmentaryczne. Dlatego też tematyką tego właśnie naszego spotkania są tworzywa sztuczne.

Pytasz, czy będą jakieś doświadczenia? Ależ oczywiście. Wiem dobrze, że sama sucha teoria nudzi Cię i odstrasza. Zresztą wcale się temu nie dziwię, ja też bardzo lubię łączyć teorię z praktyką. Obiecuję więc, że wykonamy nie tylko wiele ciekawych i efektownych doświadczeń, lecz także sporo użytecznych wyrobów.

Ważne abyś przy tym poznał najpopularniejsze, otaczające nas co dzień tworzywa sztuczne i umiał się nimi odpowiednio posługiwać. Na to jednak, aby stwierdzić, że się kogoś, np. nowego kolegę dobrze zna, nie wystarczy przyjrzeć mu się tylko i stwierdzić, że jest wysokim brunetem. Nie otrzymasz w ten sposób odpowiedzi na istotne przecież pytania, czy nowy kolega jest zdolny, ile ma lat, do jakiej poprzednio chodził szkoły, czy umie pływać, czy dobry jest „w nogę", no i czy będzie z niego naprawdę „fajny kumpel", czy też jakiś tam lizuch, maminsynek.

Stąd wniosek, że z nowym kolegą trzeba porozmawiać, wyjść razem na boisko, trzeba go trochę dłużej poobserwować, wypróbować, słowem trzeba go po prostu bliżej poznać.

Podobnie jest i z tworzywami sztucznymi. Aby umieć się nimi prawidłowo posługiwać i aby móc w pełni wykorzystać możliwości, jakie nam stwarzają, trzeba przede wszystkim je poznać.

O tworzywach sztucznych rozmawiać będziemy razem, natomiast doświadczenia z nimi wykonasz już sam, sam również nabierzesz przy tym niezbędnej wprawy i nauczysz się wyciągać odpowiednie wnioski.

Obiecuję, że w tych rozmowach nie będę Cię zbytnio zanudzał teorią, ale byłoby niedobrze, gdybyś opanował jedynie samą technikę eksperymentowania bez zrozumienia najelementarniejszych zasad obserwowanych procesów. Czyli, wszystkiego będzie w miarę – i teorii, i praktyki.

Myślę, że najlepiej będzie rozpocząć każdy rozdziałek poświęcony któremuś z tworzyw sztucznych od podania sposobów ustalenia, co to jest za tworzywo, czyli od jego identyfikacji. Ułatwi Ci to dalszą pracę, a przede wszystkim umożliwi zdobycie próbek danego tworzywa, z którym przeprowadzisz potem różne doświadczenia.

A teraz uważaj, na końcu książki znajdziesz tablicę ułatwiającą szybką identyfikację poszczególnych tworzyw sztucznych. Gorąco zachęcam Cię do korzystania z niej. Nie masz się czego krępować i wstydzić, że



ALE NIE W TEN SPOSÓB



będziesz korzystał z takiej „podpowiadaczki", a przeciwnie, sięgaj do niej świadomie. Nowoczesny człowiek nauki powinien raczej korzystać z olbrzymiej obecnie skarbnicy wiedzy, jaką są wszelkiego rodzaju słowniki i encyklopedie, niż obciążać sobie pamięć materiałem liczbowym i encyklopedycznym. Dzięki temu będzie on mógł łatwo przyswajać sobie wiadomości o charakterze bardziej ogólnym.

A teraz moja jedna, ale za to naprawdę poważna prośba.

Pracuj powoli, starannie i przestrzegaj ściśle podawanych przeze mnie wskazówek.

Apeluję do Ciebie o szczególną ostrożność wtedy, gdy będziesz miał do czynienia z kwasami, wodorotlenkami, wszelkimi żrącymi lub szkodliwymi substancjami, a także produktami łatwopalnymi.

Nie jestem fatalistą i nie mam zamiaru prorokować Ci od razu utraty palca, oka lub zeszpecenia twarzy (chociaż niestety znam i takie przypadki), ale wystarczy przecież, że zaplamisz stół, podłogę lub wypalisz dziury w ubraniu, a wtedy na pewno rodzice zupełnie słusznie zabronią Ci dalszego eksperymentowania. Pomóż mi swoją postawą i za-



chowaniem — udowodnijmy wspólnie otoczeniu, że doświadczenia chemiczne to niekoniecznie zaraz wybuchy, pożary, obrzydliwe zapachy lub inne „formy" niszczenia.

Pokażmy więc, że w domu można eksperymentować spokojnie i pożytecznie, a jednocześnie zupełnie bezpiecznie i bez powodowania strat.

Jak zawsze na zakończenie, przypominam Ci o liczącej już sobie ponad 400 lat instytucji, której na imię poczta. Jeżeli czegoś nie będziesz mógł zrozumieć, wykonać bądź też staniesz przed zagadnieniem w książce pominiętym — napisz na adres: Redakcja Biologii i Chemii, Warszawa, Plac Dąbrowskiego 8, WSiP lub Redakcja miesięcznika „Młody Technik", Warszawa, ul. Spasowskiego 4.

Nie chcę Ci przypominać, że należy szanować czas bliźnich i mam nadzieję, że nie będziesz zanudzał Redakcji drobiazgami.



POLIMERY OD MAMY PRZYRODY

Długo się zastanawiałem, od czego zacząć nasze rozmowy o tworzywach sztucznych i wreszcie doszedłem do wniosku, że najlepiej będzie, gdy na początek sięgniemy do tworzyw, które niemal w gotowej postaci dostarcza nam „mama przyroda".

Mamy na myśli tworzywa białkowe, celulozowe, ogromną rodzinę kauczuków oraz żywice i oleje roślinne.

O wytworzenie surowców zatroszczyła się już za nas sama natura. Nasza rola ogranicza się tylko do odpowiedniego przerobienia i małego „udoskonalenia" tych surowców, tak aby nabrały cech przez nas pożądanych, zatracając zarazem właściwości dla nas niekorzystne bądź niewygodne.



1. *PÓŁPRODUKT Z PASTWISKA, CZYLI O KAZEINIE I OTRZYMYWANYCH Z NIEJ WYROBACH*

Najpopularniejszym dostawcą półproduktu zwanego kazeiną, z którego następnie wyrabiane są włókna sztuczne oraz tworzywo zwane galalitem, jest poczciwy czworonóg — krowa.

Po odpowiedniej obróbce kazeina zamienia się w piękne puszyste włókna zastępujące częściowo wełnę, a zwane **lanitalem**, lub w tworzywo **galalit,** zbliżone wyglądem do rogu zwierzęcego. Właśnie temu podobieństwu do rogu galalit zawdzięcza drugą swoją nazwę handlową — **sztuczny róg.**

Z galalitu wyrabia się uchwyty, rączki, nakładki, popielniczki, wieczne pióra i ołówki, drobną galanterię, a przede wszystkim guziki i klamerki do pasków.

Pomimo iż znamy dziś setki tworzyw sztucznych, to jednak w przemyśle guzikarskim niemal na całym świecie króluje nadal znany od 100 lat galalit.

Rozmowę naszą rozpocząłem dlatego od galalitu, ponieważ należy on do tych nielicznych tworzyw sztucznych, które da się wytworzyć i uformować nawet w skromnych warunkach domowych.

Zgodnie z zapowiedzią musisz najpierw nauczyć się rozpoznawać galalit.

Jak pewnie wiesz, analiza związków organicznych jest czynnością trudną i wymaga specjalnego wyposażenia. W przypadku jednak tworzyw sztucznych z powodzeniem możesz posługiwać się uproszczoną metodą analizy. Ściśle biorąc nie jest to analiza, lecz identyfikacja. Dla Ciebie jednak będzie zupełnie wystarczająca. Chodzi przecież tylko o stwierdzenie, z jakim to tworzywem sztucznym masz w danej chwili do czynienia.

Całe wyposażenie, które posłuży Ci do identyfikacji tworzyw sztucznych, stanowić będzie palnik gazowy lub lampka spirytusowa, wprawne oko obserwatora i dobre powonienie. Resztę, to znaczy niezbędną wprawę, zdobędziesz na pewno wykonując liczne próby. Ten skromny zestaw środków przy odpowiednim już doświadczeniu pozwoli Ci na bardzo szybką i pewną identyfikację wszystkich popularnych tworzyw sztucznych.

Ta swoista próba, jaką jest płomieniowa identyfikacja, opiera się na charakterystycznym zachowaniu się w płomieniu poszczególnych rodzajów tworzyw sztucznych.

Obserwuj więc bacznie, czy badana próbka umieszczona w płomieniu zapala się łatwo, czy wyjęta z płomienia gaśnie lub też pali się nadal, jaka jest barwa płomienia, jak wygląda próbka po spaleniu, no i jaki zapach wydziela próbka płonąca lub tylko silnie ogrzana. Na pierwszy rzut oka wydaje Ci się pewnie, że jest tego bardzo dużo, a więc, że identyfikacja płomieniowa jest bardzo trudna. Tymczasem nic podobnego. Zaraz się sam o tym przekonasz.

Do prób identyfikacji galalitu postaraj się o jakiś niepotrzebny guzik (mój drogi, tylko nie ten, ten jest od kompletu) bądź też zniszczoną klamerkę od damskiego paska.

Próbkę umieść w małym płomieniu i obserwuj jej zachowanie się. Palność analizowanej próbki jest niewielka, gdyż zapala się ona dopiero po kilku sekundach trzymania w płomieniu. Co ważniejsze, próbka po wyjęciu z płomienia od razu gaśnie. Analizowane tworzywo pali się popielatym płomieniem wydzielając żółty dym. Z chwilą gdy płomień gaśnie, zauważ, że pozostałość jest silnie spęczniała, popękana i częściowo zwęglona. Próbka trzymana w płomieniu wydziela bardzo niemiły i charakterystyczny zapach palonych włosów.

Te wszystkie wymienione zjawiska, a zwłaszcza ów specyficzny zapach palonych włosów, wskazuje, że masz do czynienia właśnie z galalitem.

Zaczynamy od kazeiny, czyli sernika

Jak Ci już mówiłem, najpopularniejszym dostawcą tego półproduktu, służącego do wyrobu galalitu, jest krowa. Obok licznych substancji, jak tłuszcz, sole mineralne, cukier, w skład mleka wchodzą również i związki białkowe. Z nich to właśnie powstaje ser. Jeśli z mleka dokładnie pozbawionego tłuszczu wytrącisz twaróg, to otrzymasz surowiec do wyrobu galalitu — **kazeinę, czyli sernik.**

Istnieją dwa rodzaje kazeiny, tzw. **kazeina kwasowa i podpuszczkowa.** Nazwy te pochodzą od sposobu, w jaki strącamy kazeinę, czyli mówiąc popularnie, ścinamy mleko.

Na początek radzę Ci wydzielić kazeinę kwasową.

Mleko, pozbawione w wirówce tłuszczu tzw. odciągane, ogrzej do temperatury 35°C i na każdy litr mleka dodaj około 5 ml rozcieńczonego kwasu solnego (zwykły stężony handlowy kwas solny rozcieńcz 1:7 wodą). W czasie dodawania kwasu mieszaj mleko cały czas. Kwas musisz dodawać powoli, małymi porcjami, obserwując stale wygląd serwatki. Jeżeli serwatka jest klarowna, dowodzi to, iż strącenie kazeiny przebiega prawidłowo. Po strąceniu się kazeiny serwatkę odlej, a kazeinę przepłucz kilkakrotnie wodą z małym dodatkiem HCl.

Po wypłukaniu kazeinę umieść w woreczku z gęstego płótna i po pierwszym odciśnięciu nadmiaru wody poddaj prasowaniu, np. pomiędzy dwiema deseczkami, z których górna jest obciążona. Dobre, silne prasowanie powinno trwać 4-5 godzin. Tak otrzymana kazeina zawiera około 60% wody. Teraz sprasowaną kazeinę pokrusz na jak

najdrobniejsze kawałeczki i rozłóż cienką warstewką na bibule lub tkaninie. Jeśli dopisuje pogoda i słońce mocno operuje, suszenie możesz przeprowadzać na słońcu; w przeciwnym razie musisz uciec się do pomocy piekarnika, pieca lub kaloryfera. Pamiętaj jednak, iż temperatura suszenia nie może przekroczyć 50°C, a powinna wynosić mniej więcej 40—45°C.

Po starannym wysuszeniu otrzymasz kazeinę w postaci ziarenek przypominających kaszę. Zawartość wody spada w niej wtedy do 8—10%, dzięki czemu kazeinę taką możesz już przechowywać bardzo długo w szczelnie zamkniętym naczyniu.



Z kolei opiszę Ci sposób otrzymywania kazeiny podpuszczkowej.

TŁUSZCZ JEST WROGIEM KAZEINY

A więc na każde 5 litrów odtłuszczonego, czyli tzw. odciąganego mleka o temperaturze 35°C dodaj 2—3 g podpuszczki i utrzymaj tę temperaturę przez 1—2 godziny stale mieszając (zamiast gotowej podpuszczki możesz dodać kilka gramów drobno posiekanego świeżego żołądka cielęcego). Następnie powoli podnieś temperaturę mleka do 65°C, a gdy ścięta masa kazeiny oddzieli się całkowicie od serwatki, wydobądź ją i bardzo starannie, wielokrotnie przemyj wodą. Dalsze postępowanie, a więc

prasowanie, rozdrabnianie i suszenie odbywa się zupełnie tak samo, jak przy otrzymywaniu kazeiny kwasowej.

Radzę Ci przygotować trochę większą porcję kazeiny (tak około 0,5 kg), gdyż potrzebna Ci będzie nie do jednego, lecz do wielu ciekawych doświadczeń. Pamiętaj przy tym, że dłużej przechowywać można tylko kazeinę bardzo starannie wypłukaną, wysuszoną i wsypaną do naprawdę szczelnie zamykanego naczynia (np. słoja ze szklanym docieranym korkiem).

Podam Ci teraz prosty sposób badania jakości kazeiny.

Do probówki wlej 15 ml wody, dodaj do niej 10 kropli stężonego wodorotlenku amonowego NH_4OH, po czym wrzuć 3—5 ziarenek wysuszonej kazeiny. Probówkę zakorkuj i mocno ją wstrząsaj. Dobra kazeina, a więc taka, która jest przydatna do wyrobu galalitu, kleju lub włókien sztucznych, powinna się rozpuścić już po 6—9 minutach. Jeżeli po tym czasie kazeina nie ulegnie rozpuszczeniu, świadczy to, że suszyłeś ją w zbyt wysokiej temperaturze lub też użyłeś źle odtłuszczonego mleka. Tak czy inaczej niestaranność Twoja zaraz się wykryje. Lepiej więc zaraz zrób tę próbę — nie będziesz się potem musiał martwić z powodu nieudanej „produkcji" kleju czy tworzywa sztucznego.

Wreszcie galalit

Rozumiem doskonale Twoją niecierpliwość i chęć jak najszybszego wykonania z galalitu figurki czy uchwytu do noża, ale musisz przecież jeszcze poznać ogólne zasady otrzymywania tego tworzywa.

Otóż przerabianie kazeiny na galalit polega na dokładnym jej **zhomogenizowaniu, uplastycznieniu,** czyli zmianie pojedynczych grudek w jednolitą, zwartą masę i na uformowaniu na ciepło odpowiedniego przedmiotu. Ostatnim etapem produkcji jest **hartowanie** gotowych już wyrobów w formalinie.

Pytasz, co to jest homogenizacja? Otóż ten dziwnie brzmiący wyraz oznacza scalenie, ujednolicenie. Po prostu zamiast miliardów maleńkich twardych bryłek kazeiny trzeba wytworzyć jedną dużą plastyczną bryłę.

Na samym wstępie zastanów się jeszcze, jakiej barwy tworzywo pragniesz otrzymać. Galalit barwić można w sposób dwojaki: albo rozpuszczonym w wodzie barwnikiem (a więc np. błękitem metylenowym, fioletem krystalicznym czy też zielenią malachitową), albo też suchym pigmentem. Pigmentem użytym do barwienia galalitu może być np. minia ołowiowa, biel cynkowa, żółcień kadmowa, ultramaryna, sadza bądź też dowolnej barwy tzw. farby mineralne, używane do tzw. klejowego malowania ścian.

Pigmenty w stanie suchym miesza się jeszcze z również suchą kazeiną. Na 100 g kazeiny dodaje się 6—8 g wybranego pigmentu. Natomiast barwnik w ilości 1 g na 100 g kazeiny rozpuszcza się w wodzie przygotowanej do jej spęcznienia. Powiem Ci jeszcze, że naturalna, nie barwiona kazeina ma brudny, żółtobiały kolor. Słowem wygląda nieciekawie.

Gdy więc zdecydujesz się już, czym i jak zabarwić galalit, przed przystąpieniem do zasadniczego przerobu suchą kazeinę musisz zemleć i przesiać, aby otrzymać masę

o wyglądzie kaszy manny. Teraz zważ kazeinę i na każde 100 g weź 40 ml wody i 4—5 ml gliceryny. Zmieszaj odmierzone ilości gliceryny i wody, a następnie spryskaj tą mieszaniną kazeinę i dokładnie wymieszaj. Kazeina bardzo szybko wchłonie podaną ilość wody, przy czym ziarna jej zaczną pęcznieć. Po 2—3 godzinach spęczniała kazeina jest już gotowa do uplastycznienia.

Czeka Cię teraz proces najtrudniejszy do przeprowadzenia w warunkach domowych. Jest nim zhomogenizowanie i uplastycznienie spęczniałej już kazeiny. Pracę tę w fabrykach wykonują tzw. przetłaczarki, maszyny o konstrukcji zbliżonej do zwykłych domowych maszynek do mielenia mięsa. W warunkach amatorskich do wymieszania, zhomogenizowania i uplastycznienia kazeiny możesz więc z powodzeniem użyć właśnie maszynki do mielenia mięsa, zakładając do niej jak najgęściejsze sitko.



Ale to jeszcze nie koniec. Proces homogenizacji i uplastycznienia kazeiny trzeba koniecznie przeprowadzać w temperaturze podwyższonej, to jest ok. 50°C.



Radzę Ci więc postąpić tak: w garnku z wrzącą wodą umieść naczynie ze spęczniałą kazeiną, a następnie często ją mieszaj, aby równomiernie się ogrzała. Tymczasem do drugiego dużego naczynia z wrzącą wodą zanurz zaczepioną na sznurku złożoną już maszynkę do mielenia mięsa. Pytasz mnie, po co na sznurku? A jak ją później, kochaneczku, wydobędziesz z wrzątku? Maszynka do mielenia mięsa po to przecież zostaje włożona do tej wrzącej kąpieli, aby się dobrze ogrzała.

Naszykuj też sobie rękawice i dużą szmatę.

Teraz, gdy kazeina ogrzeje się już do ok. 60°C, włóż rękawice, wyjmij maszynkę z wrzątku, przymocuj ją do stołu i szybko owiń szmatą, aby dłużej trzymała ciepło. Nakładaj teraz do maszynki gorącą kazeinę i staraj się ją szybko przekręcić 3—4 razy.

Maszynkę i kazeinę ponownie ogrzej w wodzie i dalej prowadź homogenizację. Postępować tak musisz dotąd, aż otrzymasz całkowicie jednolitą ciastowatą masę.

Z masy tej, dopóki jest jeszcze ciepło i plastyczna, uformuj rączkę, uchwyt, kadłub modelu statku lub też pręt czy płytkę. Jako pomoc przy kształtowaniu uplastycznionej kazeiny wykorzystać można formę z gipsu posmarowaną od środka olejem. Po ostatecznym wykończeniu pręt czy też płytka galalitu dadzą się doskonale obrabiać mechanicznie.

Uformowane przedmioty muszą zupełnie ostygnąć, a Ty

przez ten czas przygotuj kąpiel hartującą. Do jej sporządzenia potrzebna Ci będzie 5% formalina, czyli 5% wodny roztwór formaldehydu (aldehydu mrówkowego). Nabędziesz je w drogerii. Postaraj się o jakieś zamykane naczynie i napełnij je roztworem formaliny. Do naczynia tego zanurz Twoje przedmioty galalitowe. Uprzedzam Cię teraz, że czas hartowania, czyli przebywania przedmiotów galalitowych w formalinie jest bardzo długi i zależy od ich grubości. Przykładowo płytkę grubości 5 mm trzeba hartować ok. 2 dni, zaś pręt ⌀ 20 mm ponad 2 tygodnie.

Podczas hartowania galalitu zachodzą dosyć skomplikowane reakcje, w wyniku których kazeina zatraca w dużym stopniu zdolność pochłaniania wilgoci oraz traci właściwości termoplastyczne. Przedmioty wyjęte z kąpieli hartującej musisz bardzo powoli suszyć.

Gotowy galalit daje się doskonale obrabiać mechanicznie, a więc ciąć, toczyć, strugać, frezować i szlifować. Przedmioty wykonane z galalitu są mocne i twarde. Pamiętaj jednak, że galalitowi szkodzi długotrwałe działanie wilgoci. Dlatego też nie można wykonywać z niego przedmiotów, które całymi dniami mogłyby być wystawione na deszcz bądź działanie pary wodnej.



POLEROWANIE

Do polerowania Twoich gotowych już wyrobów z ga-

lalitu używaj filcu zwilżonego naftą i posypanego miałką kredą (np. proszkiem do mycia zębów). Za pomocą filcu i kredy, oczywiście po uprzednim dokładnym wyszlifowaniu drobnoziarnistym papierem ściernym, galalit możesz wypolerować do wysokiego połysku.

Pęknięte lub złamane *przedmioty galalitowe* najlepiej jest *kleić klejem kazeinowym* lub *klejem wykonanym z żywicy fenolowej*.

Włókna kazeinowe

Spróbuj teraz wykonać z kazeiny białkowe włókno sztuczne znane w handlu pod nazwą **„Lanital"**.

W tym celu wsyp do zlewki 10 g kazeiny i mieszając dodaj 4 ml wody. Gdy ziarna kazeiny wchłoną już wodę i spęcznieją, do zlewki nalej 80 ml 2% wodnego roztworu wodorotlenku sodowego NaOH. Gotowe? No, to teraz całość mieszaj pracowicie pręcikiem szklanym aż do całkowitego rozpuszczenia się kazeiny.

Dziwisz się zapewne, co z tego wszystkiego wyjdzie, gdyż zniknęła już ostatnia grudka kazeiny, a w zlewce powstał lepki żółtawy roztwór.



Czy aby z roztworu takiego może powstać mocne włókno? — powątpiewasz. Bądź spokojny, może powstać mocne włókno i na pewno powstanie, trzeba jedynie w sposób sprytny z roztworu wydzielić z powrotem kazeinę.

To wydzielanie kazeiny jest jak gdyby przędzeniem. Skoro jest mowa o przędzeniu, to musisz po pierwsze wykonać odpowiednie do tego urządzenia. Twój „warsztat" przędzalniczy składać się będzie ze zwężającej się mocno na końcu rurki szklanej, dopasowanego do niej szczelnie korka, drugiego kawałka rurki szklanej, rurki gumowej, winidurowej kuwetki fotograficznej, statywu z łapą i odpowiedniej „kąpieli" przędzalniczej. Gotowy zmontowany już warsztat przędzalniczy narysowałem Ci tu obok.

Gdy już zgromadziłeś to wszystko, zamocuj pionowo w łapie statywu zwężoną na końcu rurkę szklaną. W korku wykonaj otwór i osadź w nim drugą rurkę szklaną, a na jej wylot (po zewnętrznej stronie korka) nałóż odpowiedniej średnicy rurkę gumową lub igeli-





tową. Teraz do kuwetki fotograficznej wlej 10% wodny roztwór kwasu siarkowego H_2SO_4. Roztworu musi być tyle, aby po opuszczeniu prawie do dna zwężonego wylotu rurki, grubość warstwy roztworu między dnem a końcem rurki wynosiła co najmniej 40 mm.

Teraz pionową rurkę napełnij wykonanym już poprzednio roztworem kazeiny i zamknij ją korkiem. Przez zwężony koniec rurki powinien powoli wypływać cienki strumyczek roztworu kazeiny. Gdyby jednak nie chciał samoczynnie wypływać, bardzo delikatnie dmuchnij w koniec rurki gumowej. Pamiętaj, dmuchaj ostrożnie, aby nie spowodować fontanny żrącego kwasu siarkowego. Ponadto, mam nadzieję, że bez mego przypomnienia sam całe to urządzenie ustawiłeś na kawałku płyty pilśniowej czy też na warstwie folii któregoś z tworzyw.

Roztwór wypływający z rurki do kwasu w kuwecie ulega od razu rozkładowi. Wodorotlenek sodowy reagując z kwasem siarkowym natychmiast tworzy sól, siarczan sodowy oraz wodę ($2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$), zaś w roztworze wypełniającym kuwetę pozostaje cienkie włókienko utworzone z kazeiny.

Prawda, że to jest chytry sposób?

Włókienko, w miarę jego tworzenia się, nawijaj na pręcik szklany lub winidurowy. Następnie przemyj dokładnie pod bieżącą wodą i w celu zahartowania kazeiny umieść na 10 minut w 5% wodnym roztworze formaliny.

Na takiej samej zasadzie w fabrykach włókien sztucznych produkowany jest lanital.



Kleje kazeinowe

Z posiadanej kazeiny kwasowej możesz również wykonać doskonałe kleje.

Wielką zaletą klejów kazeinowych jest wodoodporność powstającej spoiny, czego nie można przecież powiedzieć o spoinach z kleju stolarskiego.

Klejami kazeinowymi możesz łączyć na zimno drewno, papier i tkaniny. Sklejonych części nie trzeba ogrzewać ani poddawać silnemu ściskaniu. Dlatego też kleje kazeinowe są wysoce cenione przy wyrobie sklejek i przy wszelkich niemal pracach modelarskich. A jeżeli Twoi koledzy modelarze jeszcze o tym nie wiedzą, to proszę Cię, powiedz im to ode mnie i posłuż dobrą radą albo i pomocą.

Przygotuj suchą mieszaninę o składzie:

kazeina kwasowa	35 g
suche wapno gaszone	10 g
soda krystaliczna $Na_2CO_3 \cdot 5H_2O$	1 g.

Całość wymieszaj dokładnie, pokrop 1 ml nafty, po czym wsyp do słoiczka z docieranym korkiem.



Jeżeli wszystkie użyte składniki były poprzednio naprawdę dokładnie wysuszone, mieszanka taka, szczelnie zamknięta, może być przechowywana przez wiele miesięcy.

Jeżeli będziesz chciał coś kleić, to weź 25—30 g suchej mieszanki, dolej do niej 100 ml letniej wody i po 10—15 minutach mieszania masz już gotowy klej.

Pamiętaj, jednorazowo rozrabiaj jednak tylko taką ilość kleju, którą z pewnością zużyjesz w przeciągu najbliższych dwu godzin. Po tym czasie klej twardnieje i nie można go już ponownie rozrabiać wodą.

A oto jeszcze inny przepis:

kazeina kwasowa	10 g
wodorotlenek amonowy 10%	8 ml
woda	25 ml.

Klej ten przyrządzisz w następujący sposób: podaną ilość kazeiny zalej wodorotlenkiem amonowym, mieszaj przez 10 minut i następnie dopiero dodaj wodę. Kleju tego również nie można przechowywać w stanie rozrobionym wodą, gdyż po 2 godzinach nieodwracalnie tężeje.

Jeżeli zainteresujesz się bliżej klejami kazeinowymi czy też w ogóle zagadnieniem klejów, to odsyłam Cię do



innej książki z serii „Chemia dla Ciebie" pt. „Na wszystko jest rada".

A jeżeli potrzebujesz kleju kazeinowego, a nie masz już własnej suchej kazeiny, to pamiętaj, że kleje takie są również w sprzedaży.

2. *CUKRY SŁODKIE I NIESŁODKIE, CZYLI O GLIKOZIE, SKROBI, CELULOZIE I JEJ POCHODNYCH*

Do doświadczeń, jakie teraz przeprowadzimy z tworzywami sztucznymi otrzymywanymi z celulozy, postaraj się o zniszczoną piłeczkę pingpongową, kilka niepotrzebnych błon filmowych oraz nieco skrawków celofanu.

Na początku wykonamy analizę płomieniową. Ponieważ jednak niektóre tworzywa celulozowe, jak zaraz sam się przekonasz, odznaczają się bardzo dużą palnością, **musisz zachować odpowiednie warunki bezpieczeństwa.**

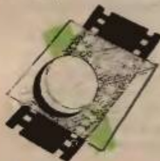
A więc po pierwsze do analizy używaj jedynie małych kawałeczków tego tworzywa. Na stole, na którym pracujesz, nie może znajdować się większa ilość analizowanych tworzyw. Poza tym połóż na stół cegłę lub miskę i nad nią wykonuj próby. I wreszcie, aby uchronić palce przed dotkliwymi poparzeniami, zaopatrz się w szczypce lub pęsetę.

Tak zabezpieczony, wytnij z piłeczki pingpongowej wąski pasek, uchwyć go w szczypce i koniec paska wprowadź do płomyka. Już w momencie zetknięcia się z płomieniem próbka natychmiast się zapala. W oka mgnieniu sycząc spali się cała. Gdybyś więc mały skrawek trzymał w palcach, mógłbyś doznać poparzeń.

Szybkość spalania jest tak duża, że trudno jest nawet coś powiedzieć o właściwościach płomienia i wydzielającym się zapachu. Po parokrotnym powtórzeniu doświadczenia zauważysz jednak, że płomień ma barwę żółtą. Jeżeli celuloid zawiera pigmenty (np. biel cynkową), to po spaleniu pozostaje czasem bardzo subtelna jak gdyby koronka utworzona z cząstek niepalnego przecież pigmentu.

A więc, powracając do płomieniowej identyfikacji celuloidu, zapamiętaj, że zapala się on natychmiast, płonie bardzo szybko barwiąc płomień na żółto, a jeżeli nie zawierał dodatku pigmentu, to po spaleniu nie pozostawia popiołu.

Teraz z kolei weź do zbadania skrawek błony fotograficznej.



Przed przystąpieniem do doświadczeń błonę umieść w zleweczce z gorącym wodnym roztworem sody Na_2CO_3. 10-minutowe moczenie błony w tym roztworze pozwoli Ci na łatwe zeskrobanie warstewki światłoczułej emulsji. Warstewkę tę trzeba koniecznie usunąć, gdyż



zawarte w niej substancje, jak żelatyna, związki srebra, potasu itp., zmienią nie tylko barwę płomienia, lecz również i zapach wydzielający się przy paleniu. Po usunięciu warstewki światłoczułej błonę starannie wypłucz pod bieżącą wodą i wysusz.

Skrawek tak przygotowanej błony uchwyć w szczypce i wprowadź do płomienia.

Musisz być przygotowany na dwojakie zachowanie się próbki. Może ona natychmiast zapalić się i spłonąć bardzo szybko w sposób charakterystyczny dla celuloidu. Będzie to doświadczenie nieudane i trzeba szukać kawałka innej błony fotograficznej, tzw. niepalnej. Kawałeczek takiej błony wprowadzony do płomienia co prawda po chwili zapala się, lecz płonie dosyć wolno. Płomień jest ciemnożółty i minimalnie kopcący. Zauważ przy tym, że w pobliżu płomienia tworzywo topi się i spada płonącymi kroplami. Jednocześnie poczujesz ostry zapach charakterystyczny dla kwasu octowego.

Jeśli więc tak zachowywać się będzie w płomieniu Twoja próbka, to można stwierdzić, że mamy do czynienia z octanem celulozy.

Pozostała jeszcze do zbadania w płomieniu próbka **tomofanu**. Nie znasz tej nazwy? Tak, poprzednio użyłem

innej, **celofan**. Teraz mamy jednak chwilę czasu, więc wyjaśnię Ci, że celofan jest niemiecką nazwą handlową. Natomiast polska nazwa handlowa tego tworzywa brzmi właśnie tomofan. Pochodzi ona od nazwy producenta — Tomaszowska Fabryka Włókien Sztucznych, w której to właśnie fabryce produkowany jest tomofan.

Zwinięty w wałeczek skrawek tomofanu wprowadź do płomienia i bacznie obserwuj, co teraz nastąpi.

Otóż próbka zapala się stosunkowo łatwo, a wyjęta z płomienia pali się nadal małym żółtym płomieniem. Po zgaszeniu zauważysz długotrwałe żarzenie się krawędzi próbki. No, a co powiesz o zapachu? — Jest ostry i jak gdyby znajomy. Przypomina coś, prawda? Masz rację, tak właśnie pachnie tląca się szmata, karton, a zwłaszcza bibułka. Gdy już żarzenie ustanie, zauważysz jeszcze silne zbrązowienie krawędzi próbki.

Zastanawia Cię podobieństwo zapachu żarzącego się tomofanu i bibuły. Czy jest to tylko dziełem przypadku? Nic podobnego. Tomofan i bibuła to bardzo bliska rodzina, ba, można je nawet nazwać rodzeństwem.



Widzę, że coś kręcisz z powątpiewaniem głową. Mój kochany, przypomnij sobie wobec tego jeden z dawnych Twoich listów, w którym pytałeś się, czy to możliwe, że aspiryna produkowana jest z węgla, skoro jest przecież zupełnie biała?

Nie wstydź się, ja sam dobrze wiem, że już dzisiaj takich pytań nie zadajesz, bo rozumiesz, że z tych samych cegieł wznieść można różnego rodzaju i kształtu budowle.

Tak też jest i z tomofanem, celuloidem, bibułą i octanem celulozy. Wszystkie te substancje należą do jednej rodziny. Ba, ale na tym jeszcze nie koniec, bardzo bowiem bliskimi krewnymi tych substancji jest również mąka ziemniaczana, białe kryształki cukru, trociny drzewne, jak również zawartość ampułki leku o nazwie glukoza.

Właśnie ten ostatni związek, określany w aptekach jako glukoza, a przez chemików zwany glikozą, stanowi wspólne ogniwo łączące drewno, mąkę ziemniaczaną, cukier, tomofan, celuloid, bibułę w jedną rodzinę cukrów, połączoną ze sobą silnymi więzami krwi.

Rodzina cukrów

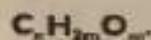
Czeka Cię teraz cała seria ciekawych doświadczeń z członkami rodziny celulozy. Aby jednak uniknąć zbędnych nieporozumień, zwróć po pierwsze uwagę na sprawy językowe.

Jak już nieraz zauważyłeś, w mowie potocznej aż roi się od wieloznacznych i niewłaściwych nazw. A oto przykład — poproś chemika o cukier. Najprawdopodobniej zapyta on wtedy, jakiego cukru żądasz. Jeśli zaś chemik ten będzie człowiekiem z poczuciem humoru, to może Ci z niewinną miną podać dekstrynę lub kłębek waty i bardzo się zdziwi, że ani jednego ani drugiego z tych produktów nie chcesz użyć do słodzenia np. herbaty. Bowiem bezstronnie rzecz biorąc, chemik spełnił całkowicie Twoje



żądanie — dał Ci cukier. Natomiast fakt, że nie chcesz skorzystać z dekstryny czy waty, wynika właśnie z owych nieścisłości i niedomówień językowych. Jak sam przecież wiesz, w mowie potocznej gaz jest niejako synonimem gazu świetlnego, a słowo cukier stało się synonimem dobrze wszystkim znanych białych słodkich kryształków stanowiących obecnie nieodzowny składnik naszego pożywienia.

A tymczasem pod pojęciem cukier, a ściślej biorąc cukry, kryje się bardzo liczna rodzina związków organicznych, zwanych węglowodanami.



To ostatnia nazwa jest uzasadniona chemicznym składem tych związków, gdyż obok atomów węgla występują w nich atomy wodoru i tlenu we wzajemnym stosunku ilościowym takim, jak i w wodzie, czyli 2:1. Toteż skład chemiczny **cukrów** daje się wyrazić prostym wzorem ogólnym:

$$C_nH_{2m}O_m.$$

Niezależnie od tego, czy będzie to nasz zwykły cukier, dekstryna otrzymywana ze skrobi, wata czy celuloza, składy chemiczne tych ciał są zupełnie do siebie podobne, gdyż obok mniejszej lub większej ilości atomów węgla występują w nich zawsze wodór i tlen, przy czym liczba

atomów wodoru jest dwa razy większa od liczby atomów tlenu podobnie jak w cząsteczce wody.

Tę, jak już wspomniałem, liczną rodzinę cukrów, zwanych przez chemików sacharydami, z pewnym uproszczeniem podzielić można na trzy zasadnicze grupy.

O tej wielkiej i ważnej rodzinie cukrów mam Ci jeszcze sporo do powiedzenia. Jednak, nim to zrobię, przygotuj materiały do następnych doświadczeń. Zdradzę Ci tajemnicę, że będzie to otrzymywanie cukru (ale już tego słodkiego) z drewna. Odważ więc 10 g suchych trocin drzewnych, waty lub bibuły. Jedną z tych substancji umieść w zlewce, wlej 15 ml stężonego kwasu solnego HCl, nakryj zlewkę krążkiem tektury i odstaw na 1—2 godziny. Proszę Cię, pamiętaj o naszym postanowieniu i pracuj ostrożnie z kwasem.

Wspomniałem Ci, że tę wielką rodzinę związków podzielić można na trzy zasadnicze grupy. Do pierwszej zaliczamy **monosacharydy (jednocukry)**, to znaczy takie węglowodany, które nie dają się już rozłożyć na mniejsze cząsteczki o własnościach cukrów. Najprostszym przykładem jednocukrów, owych monosacharydów, jest wspomniana przeze mnie glikoza, stosowana w medycynie do zastrzyków w postaci wodnego roztworu o nazwie glukoza.





CUKIER Z DESKI



Drugą grupę stanowią **dwu-, trój- i czterocukry**, zwane ogólnie **oligosacharydami***). Węglowodany te przez przyłączenie cząsteczek wody dają się rozłożyć na cząsteczki jednocukrów. Najliczniejszymi i najbardziej znanymi przedstawicielami tej grupy są dwucukry. Do dwucukrów należy nasz słodki produkt spożywczy, popularny cukier, zwany przez chemików sacharozą. Cząsteczka sacharozy składa się z glikozy i drugiego jeszcze jednocukru — fruktozy. Dwucukrami są również węglowodany, takie jak **cukier mlekowy** zawarty w mleku oraz cukier słodowy występujący w słodzie.

Do ostatniej wreszcie grupy węglowodorów zwanych **polisacharydami, czyli wielocukrami** zaliczamy skrobię i celulozę (błonnik), które drogą różnych zabiegów i przez przyłączenie do nich odpowiedniej ilości cząsteczek wody można rozłożyć ostatecznie na jednocukry, a mianowicie glikozę i fruktozę.

*) oligos (grecki) — nieliczny.



Ponieważ wszystkie węglowodany posiadają podobny skład i właściwości, więc od najdawniej już znanej substancji — sacharozy wszystkim tym związkom nadano ogólną nazwę sacharydów, czyli cukrów.

Jak można wykrywać glikozę?

Skoro glikoza wchodzi w skład dwucukrów, a wielocukry takie, jak skrobię lub celulozę rozłożyć można na cząsteczki glikozy, sądzę, że powinieneś przede wszystkim poznać metody wykrywania tego właśnie związku.

Jedną z charakterystycznych reakcji glikozy jest redukowanie przez nią miedzi i srebra z roztworów ich soli.

Aby się o tym przekonać, postaraj się o 1 ampułkę glukozy do zastrzyków. Przypominam, że mówiąc językiem chemicznym, jest to czysty 10 lub 20% wodny roztwór cukru o nazwie glikoza.

Ponieważ jednak zdobycie ampułki glukozy w aptece może nastręczyć Ci pewne trudności, podaję inne źródło glikozy. Jest nim prawdziwy miód pszczeli. Tak więc w braku ampułki glukozy weź łyżkę stołową miodu i rozpuść go w 50 ml ciepłej destylowanej wody.

Teraz przygotujmy odczynniki używane przy wykrywaniu glikozy. Będzie to **płyn Fehlinga** i **płyn Tollensa**.



Płyny te wzięły swe nazwy od odkrywców owych metod wykrywania cukrów.

Płyn Fehlinga

Składa się on z trzech roztworów. Przyrządź je w następujący sposób:

roztwór 1 —

20 g siarczanu miedziowego $CuCO_4 \cdot 5H_2O$, rozpuszczasz w 500 ml wody;

roztwór 2 —

50 g winianu sodowo-potasowego $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$, tzw. soli Seignetta rozpuszczasz w 250 ml wody;

roztwór 3 —

38 g wodorotlenku sodowego $NaOH$, rozpuszczasz w 250 ml wody.

Roztwory te mieszasz dopiero bezpośrednio przed próbą w stosunku 2:1:1, a więc np. 4, 2, 2 ml. Z powodu małej trwałości mieszanina taka musi być stale świeżo przyrządzana.

Płyn Tollensa

Aby otrzymać ten odczynnik, musisz przede wszystkim zaopatrzyć się w odrobinę azotanu srebrowego $AgNO_3$. Związek ten można łatwo wykonać ze starych monet srebrnych lub nabyć w aptece jako tzw. lapis.

Sporządzisz dwa roztwory:

roztwór 1 —

10% wodny roztwór azotanu srebrowego $AgNO_3$ (rozpuść w wodzie destylowanej).

roztwór 2 —

10% wodny roztwór wodorotlenku potasowego KOH.

Oba te roztwory zmieszaj ze sobą w stosunku 1:1. Odmierz np. po 5 ml obu roztworów, zmieszaj i następnie dosłownie po kropli dodawaj wodorotlenek amonowy NH_4OH tak długo, aż całkowicie się rozpuści wytrącony początkowo osad. Ponieważ gotowy odczynnik jest bardzo wrażliwy na światło, wlej go zaraz do buteleczki owiniętej szczelnie ciemnym papierem lub do buteleczki z ciemnego szkła, jeśli taką masz.

Uwaga: Roztworu tego nie wolno Ci przechowywać dłużej niż 3 dni. Nie zużyty roztwór zniszcz dodając stężony kwas solny HCl.



Gdy oba płyny-odczynniki masz już gotowe, na siatce azbestowej stojącej na trójnogu postaw dużą zlewkę z gorącą wodą. Teraz bardzo starannie umyj mydłem

i sodą dwie probówki, po czym przepłucz je wodą destylowaną lub zupełnie świeżą deszczówką. Takie przepłukiwanie probówek jest konieczne szczególnie w miastach. Będziesz bowiem miał do czynienia z solami srebra, które już ze śladami chloru obecnego w wodzie wodociągowej stworzą serowaty osad i całe doświadczenie nie uda się.

Do pierwszej czystej probówki wlej (do połowy) świeżo sporządzony z wymienionych trzech składników płyn Fehlinga, po czym dodaj 2—3 ml glukozy lub wodnego roztworu miodu. Całość dokładnie zmieszaj wstrząsając, po czym wstaw do zlewki z gorącą wodą.

Uwaga: temperatura wody nie może przekroczyć 55°C.

Z kolei do probówki drugiej wlej (do połowy) gotowy już odczynnik Tollensa, po czym też dodaj 2—3 ml glukozy lub wodnego roztworu miodu. Całość wstrząsaj, aby się wymieszała, i probówkę wstaw do tej samej zlewki z gorącą wodą.



Obserwuj teraz probówki, bo oto w pierwszej zachodzą już jakieś zmiany. Widzisz? — Początkowo ciemnoszafirowy płyn Fehlinga w probówce pierwszej powoli jaśnieje, a na dnie poczyna się gromadzić drobniutki, subtelny proszek o ciemnej barwie.

Ale również w drugiej probówce coś się dzieje. Tu dla odmiany początkowo jasny i przezroczysty płyn Tollensa ściemniał i stracił swą przejrzystość. W miarę upływu czasu na ściankach drugiej probówki od wnętrza pojawia się połyskująca metalicznie lustrzana warstewka. Uprzedzam Cię jednak z góry, iż warstewka ta jest świetnym detektywem. Wykryje ona natychmiast najmniejszy brud na ściankach probówki. Jeżeli więc po 15—20 minutach ogrzewania wewnętrzne ścianki probówki przypominać będą zebrę, to została ukarana Twoja niestaranność przy myciu probówki. Natomiast probówka dokładnie wymyta pokryje się jednolitą, piękną lustrzaną powłoką.

W probówce pierwszej, na jej dnie, zebrało się już sporo drobniutkiego osadu. Odsącz go i przemyj wodą. Otrzymany czerwonobrunatny osad jest tlenkiem miedziawym Cu_2O. Natomiast lustrzaną warstewkę na ściankach probówki drugiej utworzyło czyste, metaliczne srebro.

Zapamiętaj więc, że w wyniku działania glikozy z roztworu Fehlinga wydziela się tlenek miedziawy Cu_2O, a z roztworu Tollensa czyste, metaliczne srebro Ag. Ponieważ przechodzenie jonów metali w atomy metali zwiemy redukcją, nasza glikoza odznacza się własnościami redukującymi.

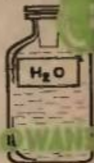


Do dwu czystych probówek wlej do połowy: do pierwszej odczynnik Fehlinga, a do drugiej odczynnik Tollensa. W trzeciej probówce sporządź w wodzie destylowanej 10% roztwór cukru spożywczego. Do obu probówek z odczynnikami dodaj po 2—3 ml roztworu cukru, całość zamieszaj i probówki, tak jak i poprzednio, wstaw do zlewki z gorącą wodą.

Mija 10, 15, ba, nawet 20 minut i nic się nie dzieje. Niestety, tym razem nie pojawi się ani czerwonobrunatny osad Cu_2O, ani metaliczna warstewka Ag. Czyżby więc cukier spożywczy nie zawierał glikozy?

Zanim obalimy ten doprawdy ciężkiego kalibru zarzut, przypomnij sobie, co mówiliśmy o cukrze spożywczym. Chemiczna jego nazwa brzmi — sacharoza. Wiesz już, że sacharoza należy do grupy dwucukrów, to jest związków zbudowanych z dwu cząsteczek cukrów prostych. Przypomnę tu, że cząsteczka sacharozy zbudowana jest z glikozy i drugiego cukru prostego — fruktozy.

Tak więc zarzut, że cukier nie zawiera glikozy mamy już odparty. Jednak pozostało jeszcze niewyjaśnione



DO DOŚWIADCZEŃ UŻYWAJ TYLKO WODY **DESTYLOWANEJ**

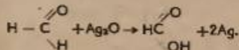


to podwójne niepowodzenie z redukcją obu Twoich odczynników. No dobrze, pytasz, ale skoro w skład sacharozy wchodzi glikoza, która jak doświadczalnie udowodniliśmy, redukuje roztwór Fehlinga i Tollensa, to dlaczego tych samych roztworów nie redukuje sacharoza?

Na tak postawione pytanie postarajmy się znaleźć odpowiedź w następującym doświadczeniu.

Tak jak poprzednio, napełnij 2 probówki do połowy, jedną płynem Fehlinga, a drugą płynem Tollensa. Do każdej z nich dodaj po 1 ml formaliny. Po jej dodaniu wstaw probówki do zlewki z gorącą wodą. Po paru minutach ogrzewania w jednej probówce wytrąci się osad Cu_2O, zaś na ściankach drugiej probówki osiądzie metaliczne srebro.

Reakcję zachodzącą pomiędzy aldehydem mrówkowym a odczynnikiem Tollensa napisać można następująco:

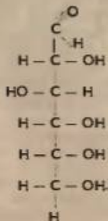


$$H-C\begin{matrix}{}^{\nearrow O}\\ {}_{\searrow H}\end{matrix} + Ag_2O \rightarrow HC\begin{matrix}{}^{\nearrow O}\\ {}_{\searrow OH}\end{matrix} + 2Ag.$$

Dla przypomnienia wyjaśniam, że w odczynniku Tollensa znajduje się właśnie tlenek srebrowy Ag_2O utworzony z wodorotlenku tego metalu rozpuszczonego w amoniaku.

A więc aldehyd mrówkowy redukuje tlenek srebrowy do metalicznego srebra, sam utleniając się do kwasu mrówkowego $H-C\Big\langle^{O}_{OH}$. Zdolność redukowania odczynników Tollensa i Fehlinga wykazują wszystkie związki organiczne zwane aldehydami. Związki te zawierają charakterystyczną grupę $-C\Big\langle^{O}_{H}$.

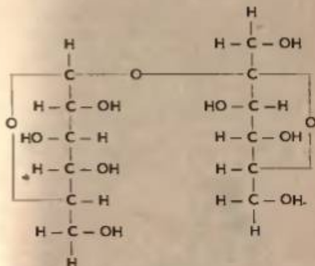
Przypatrz się teraz uważnie wzorowi strukturalnemu glikozy



Przecież na samej górze łańcucha węglowego widać wyraźnie grupę aldehydową. Tak, masz rację, tkwi ona tam niezaprzeczalnie.

Natomiast drugi składnik sacharozy — fruktoza, nie zawiera grupy aldehydowej, a więc nie jest ona zdolna do redukcji naszych odczynników.

Wzór dwucukru sacharozy jest następujący:



No, tylko bez przesady, nie ma powodu, żeby aż łapać się za głowę. Ten wzór jest tylko pozornie taki skomplikowany. Jednak, gdy mu się lepiej przyjrzysz, bez trudu zauważysz znaną Ci już cząsteczkę glikozy (po lewej stro-

nie). Ale, jak słusznie dodajesz, grupa aldehydowa glikozy w cząsteczce sacharozy jest „zdekompletowana", brak jej podwójnego wiązania i ponadto została ona „zablokowana" przez wiązanie z drugim atomem węgla cząsteczki fruktozy.

Właśnie wskutek tej dekompletacji i zablokowania grupy aldehydowej glikozy sacharoza sprawiła Ci taki zawód.

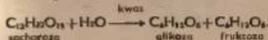
Jednak jeszcze nic straconego. Wiązanie pomiędzy glikozą i fruktozą w sacharozie nie jest znowu takie mocne. Z łatwością potrafimy je rozerwać, a wówczas otrzymasz mieszaninę wolnych cząsteczek glikozy i fruktozy.

Najprostszym sposobem inwertowania sacharozy, czyli właśnie rozkładania tego dwucukru na cukry proste, jest 5—10-minutowe gotowanie wodnego roztworu sacharozy z kilku mililitrami mocnego kwasu.

Weź pół łyżeczki sacharozy, rozpuść



ją w probówce wody destylowanej i dodaj 2—4 krople stężonego kwasu siarkowego H_2SO_4, lub azotowego HNO_3. Następnie całość — aż do zagotowania — ogrzewaj powoli na palniku. Pod wpływem kwasu i w podwyższonej temperaturze następuje rozkład dwucukru, jakim jest sacharoza, na glikozę i fruktozę:



$$\underset{\text{sacharoza}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{kwas}} \underset{\text{glikoza}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fruktoza}}{C_6H_{12}O_6}$$

Jak widzisz ze wzoru, w reakcji tej czynny udział bierze woda, stąd też tego rodzaju rozkład można nazwać hydrolizą. Natomiast kwas jest tylko katalizatorem ułatwiającym i przyspieszającym inwersję sacharozy.

Po przeprowadzeniu reakcji roztwór ostudź i wlej go do dwu probówek. Do pierwszej dodaj kilka mililitrów płynu Tollensa, a do drugiej probówki parę mililitrów płynu Fehlinga. Obie probówki wstaw do zlewki z ciepłą wodą, a po paru minutach otrzymasz w jednej lustro srebrowe, zaś na dnie drugiej zbierze się osad tlenku miedziawego.

Glikoza z trocin

Dwucukry to zaledwie tylko nieliczne związki występujące w przyrodzie, które zawierają glikozę. Królestwem tego związku są polisacharydy, czyli wielocukry.

Jak wiesz, najpopularniejszymi wielocukrami są: skrobia, dekstryna, celuloza, włókna lnu, konopi czy wreszcie papier.

Spróbujmy teraz wykryć glikozę w wielocukrach.

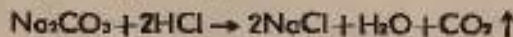
Nauczony niepowodzeniami z sacharozą nie będziesz

zapewne bezskutecznie działał swymi odczynnikami na drewno, watę, papier czy mąkę ziemniaczaną.

Tak, masz rację, trzeba najpierw wykonać hydrolizę któregoś z tych ciał, a dopiero wówczas próbować wykryć glikozę.

Proponuję zacząć od trocin drzewnych, waty lub bibuły, czyli po prostu od tej substancji, którą poprzednio zalałeś kwasem solnym[1]. Zlewkę tę postaw teraz na łaźni wodnej i ogrzewaj przez 20 minut. Roztwór ostudź, odsącz od resztek ciał stałych i zobojętnij sodą Na_2CO_3. Sodę musisz dodawać małymi porcjami tak długo, aż papierek lakmusowy z czerwonego pocznie się barwić na bladoniebiesko.





W zasadzie mógłbyś już przystąpić do próby smakowej, ale uprzedzam, iż najprawdopodobniej nic z niej nie wyjdzie. Pytasz mnie, dlaczego? Ponieważ cukier glikozę zmieszałeś z solą. Dosłownie, to nie żart. Przecież w wyniku reakcji zobojętniania

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2\uparrow$$

powstaje chlorek sodowy NaCl. Dlatego też zamiast

[1] Patrz str. 31

[...]lerykiem, w celu wykrycia obecności glikozy powstałej w wyniku hydrolizy celulozy, posłuż się w znany Ci już sposób odczynnikiem Tollensa. Wytworzone na ściankach probówki lustro srebrowe udowodni najlepiej, iż w wyniku hydrolizy celulozy otrzymałeś rzeczywiście glikozę.

Tą właśnie drogą niektóre państwa, jak np. Szwecja czy Finlandia, z odpadków drewna produkują glikozę, a z niej drożdże lub alkohol etylowy.

Glikoza ze skrobi

A teraz spróbuj otrzymać glikozę z drugiego bardzo popularnego w przyrodzie wielocukru, ze skrobi.

Zależnie od swoich możliwości, weź mąkę ziemniaczaną używaną w gospodarstwie domowym np. do legumin lub też dekstrynę.

Do dużego emaliowanego garnka (o nieuszkodzonej emalii, inaczej kwas wyżre dziurę w garnku), ustawionego na trójnogu lub maszynce elektrycznej, wlej 1 litr wody i dodaj do niej 10 ml stężonego kwasu siarkowego. **(W tym miejscu znowu muszę Ci przypomnieć o ostrożnym obchodzeniu się z tym żrącym odczynnikiem).** Roztwór ten ogrzej aż do zagotowania. W tym samym czasie w możliwie jak najmniejszej ilości wody rozprowadź na gęstą zawiesinę 250 g dekstryny lub mąki ziemniaczanej. Otrzymaną w ten sposób zawiesinę wlewaj cienkim strumieniem do naczynia z wrzącym roztworem rozcieńczonego kwasu siarkowego. Po dodaniu już całej zawiesiny skrobi zawartość garnka przy częstym mieszaniu musisz ogrzewać do wrzenia przez 2 godziny.



Dla kontroli hydrolizy skrobi będziesz musiał wykonać kolejne tzw. próby jodowe. Zapamiętaj, że nawet ślady jodu barwią natychmiast skrobię na szafirowoniebiesko. Ale zwróć uwagę, iż reakcję tę daje tylko wolny, atomowy jod. Natomiast jony jodu skrobi nie barwią. Najprostszym i najłatwiejszym do nabycia preparatem zawierającym wolny atomowy jod jest zwykła jodyna. Stanowi ją roztwór jodu w alkoholu.

Na początku, zaraz po zagotowaniu się całej mieszaniny, pobierz z garnka 1 ml cieczy, rozcieńcz ją w probówce 10 ml wody, po czym dodaj jedną, dwie krople jodyny. Zawartość probówki natychmiast zabarwi się na szafirowoniebiesko. Świadczy to o dużej zawartości skrobi w pobranej próbce.

Mniej więcej po 15 minutach gotowania wykonaj drugą taką samą próbę jodową. Na skutek częściowej hydrolizy skrobi jod zabarwi zawartość próbki już teraz na kolor fioletowoniebieski. Po godzinie otrzymasz kolor fioletowoczerwony, wreszcie po dwu godzinach gotowania w wyniku próby jodowej zawartość probówki zabarwi się na brązowo.

Jest to naturalny kolor jodyny, który świadczyć będzie,

że cała skrobia została już zhydrolizowana. Teraz w naczyniu zamiast wielkich zespołów utworzonych z tysięcy cząsteczek reszt glikozy, jakie dawniej stanowiła skrobia, masz dziesiątki milionów pojedynczych i pełnych cząsteczek glikozy:



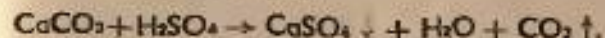
$$(C_6H_{10}O_5)_x + XH_2O \rightarrow XC_6H_{12}O_6.$$

skrobia + woda → glikoza



JODYNA BARWI SKROBIĘ

Pytasz mnie, czy roztwór jest już słodki? — Raczej tak, ale nie radzę Ci jeszcze używać do prób języka. Pamiętaj, że otrzymany w naczyniu roztwór oprócz prawdziwej słodkiej glikozy zawiera nadal 10 ml stężonego kwasu siarkowego. Chyba wiesz, że tego związku lepiej językiem nie próbować. Dlatego musisz się najpierw jakoś pozbyć kwasu. Najprościej będzie do naczynia z glikozą dodać małymi porcjami zwykłą, dobrze sproszkowaną kredę $CaCO_3$. Na skutek reakcji:



$$CaCO_3 + H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 \downarrow + H_2O + CO_2 \uparrow,$$

na dno naczynia opadnie nierozpuszczalny siarczan wapniowy $CaSO_4$, czyli gips. Kredę musisz dodawać małymi porcjami, wydzielający się bowiem CO_2 powoduje bardzo silne burzenie się i pienienie roztworu. Kredy trzeba użyć w lekkim nadmiarze, czyli ok. 13 g, a gdy ustanie już wydzielanie się CO_2, całość zagotuj. Po ostudzeniu roztwór przesącz, aby go oddzielić od gipsu i resztek nieprzereagowanej kredy.

Teraz do analizy możesz już użyć swego języka. Aby jednak otrzymać bardziej namacalne i trwałe świadectwo obecności glikozy, radzę wykonać próby z odczynnikami Tollensa i Fehlinga.

Uf, mam nadzieję, iż teraz już bezsprzecznie udowodniliśmy, że w wyniku hydrolizy skrobi powstaje glikoza.

Właśnie taki wodny roztwór glikozy, otrzymany w wyniku hydrolizy skrobi, zwany jest syropem ziemniaczanym.

Na zakończenie doprowadź swój syrop do stanu „używalności". W tym celu do roztworu, po odsączeniu już siarczanu wapniowego i nadmiaru kredy, wsyp 4 — 5 łyżek węgla aktywnego (lub drobno zmielonego węgla drzewnego). Całość wymieszaj starannie, podgrzej i przesącz na gorąco przez bibułę.

Czysty, klarowny roztwór zagęść następnie przez wygotowanie wody i już masz gotowy konsumpcyjny syrop ziemniaczany.

Celuloza i jej stały towarzysz

Celuloza, stanowiąca surowiec do wyrobu licznych tworzyw sztucznych i włókien sztucznych, jest bardzo rozpowszechniona w przyrodzie. Z niej to przecież m.in. zbudowane są wszystkie ścianki komórek roślin. Pomimo tak wielkiego rozpowszechnienia wielocukier ten prawie nigdy nie występuje w postaci czystej.

Nieodłącznym towarzyszem celulozy, obniżającym ogromnie z naszego punktu widzenia jej wartość użytkową, jest drzewnik, zwany często ligniną.

Powiedz mi, jak wygląda gazeta, poddana przez wiele dni działaniu promieni słonecznych?

Silnie żółknie, staje się krucha i łamliwa. Oczywiście. Natomiast dobry papier może leżeć miesiącami na słońcu i nie zżółknie. W pierwszym przypadku winę za żółknięcie papieru gazetowego ponosi lignina. Papier gazetowy musi być tani, więc wyrabiany jest z taniego surowca. Takim właśnie surowcem jest tzw. ścier drzewny, czyli celuloza nie oddzielona od ligniny.



Natomiast papier dobrego gatunku wyrabiany jest już z czystej celulozy, nie zawierającej ligniny. Taki papier jest oczywiście trwalszy i nie ulega działaniu promieni słonecznych.

Nauczę Cię teraz prostej reakcji, na podstawie której będziesz mógł od razu poznać, czy dany surowiec (celuloza) zawiera czy też nie zawiera ligniny.

Zacznij od przyrządzenia niezbędnego odczynnika. Jest nim chlorowodorek aniliny $C_6H_5NH_2HCl$. Związek ten otrzymasz rozpuszczając 2 ml aniliny w 10 ml 5% kwasu solnego HCl.

Gdy już masz chlorowodorek aniliny, zwilż paru kropla-

mi tej cieczy czysty skrawek papieru gazetowego oraz bibuły do sączenia. Pod wpływem zachodzącej reakcji na papierze gazetowym, ponieważ zawiera on ligninę, pojawiają się wyraźne żółte plamy. Natomiast bibuła pozostanie bezbarwna, gdyż w jej skład wchodzi tylko czysta celuloza.

Duże trudności związane z oddzieleniem ligniny od celulozy sprawiły, iż dopiero stosunkowo niedawno nauczono się otrzymywać ją w stanie czystym.

Aby z komórek roślinnych wyosobnić celulozę, trzeba dobrać takie rozpuszczalniki, które by rozpuszczały albo samą celulozę, albo jedynie towarzyszące jej substancje.

Sprawa jednak nie jest prosta, o rozpuszczalniki bowiem do celulozy jest bardzo trudno, a jeszcze trudniej o takie, które jednocześnie nie rozpuszczały ligniny. W praktyce okazało się, że o wiele łatwiej jest dobrać związki rozpuszczające jedynie owych towarzyszy celulozy.

Otrzymywanie celulozy

Jako źródło celulozy posłużą Ci trociny drzewne, zaś rozpuszczalnikiem będzie wodorotlenek sodowy $NaOH$ lub potasowy KOH. Ponadto będzie Ci jeszcze potrzebny rozcieńczony kwas solny HCl, papierek lakmusowy oraz **okulary ochronne. Mogą to być okulary przeciwsłoneczne lub motocyklowe, bez okularów nie wolno rozpoczynać pracy. Oczy muszą Ci wystarczyć na całe życie, a najdrobniejszy odprysk stałego wodorotlenku może spowodować ślepotę.**

Do dużej probówki lub małej zlewki z trudno topliwego szkła wsyp 20—25 g stałego $NaOH$ lub KOH. Zlewkę postaw na siatce azbestowej, nakryj tekturą i rozpocznij powolne ogrzewanie. W tym czasie odważ 1,5 g trocin drzewnych. **Pamiętaj, iż trociny muszą być dokładnie wysuszone, inaczej bowiem możesz narazić się na dotkliwe poparzenie.** Gdy wodorotlenek się stopi (temperatura topnienia ok. 310°C), wówczas, **nałożywszy okulary ochronne,** podnieś pokrywkę i wsyp do niego odważoną porcję trocin. Po wymieszaniu całości zlewkę ponownie nakryj i ogrzewaj jej zawartość jeszcze przez 2 minuty.



Teraz naszykuj zlewkę z 0,5 l zimnej wody. Po dwóch minutach ogrzewania wodorotlenku z trocinami, kiedy z trocin powstanie brunatna masa, weź zlewkę poprzez złożony papier i zawartość jej szybkim ruchem wylej do naczynia z wodą. **Uwaga: ponieważ podczas wlewania gorącej masy do wody może wystąpić pryskanie, naczynie z wodą musisz postawić w dużym pudełku kartonowym lub na rozłożonej ceracie.**

Po wlaniu brązowej masy, która od razu rozpuszcza się



w wodzie całość zamieszaj pręcikiem szklanym i dodawaj powoli małymi porcjami przygotowany kwas solny. Co jakiś czas sprawdzaj papierkiem odczyn. Jeżeli papierek jest niebieski, dodawaj jeszcze kwasu. Zobojętnienie prowadź tak długo, aż papierek lakmusowy pocznie się barwić na czerwono. Staraj się jednak unikać nadmiaru kwasu. Gdy osiągniesz już zobojętnienie, naczynie odstaw na kilka minut i obserwuj powierzchnię płynu. Bez trudu zauważysz, iż poczną się na niej gromadzić drobniutkie, cienkie włókienka. Po paru minutach przesącz zawartość naczynia. Na sączku z bibuły zgromadzą się zaobserwowane przez Ciebie włókienka. Teraz przemyj je parokrotnie na sączku i wysusz. Po wyschnięciu zdejmij z niego szarobrunatny kłaczek włókienek.

Są to właśnie włókna celulozy. Gołym okiem niewiele rozróżnisz szczegółów. Musisz więc postarać się o dobrą lupę lub jeszcze lepiej obejrzeć je pod mikroskopem. Już przy 30—50-krotnym powiększeniu z łatwością zauważysz, że Twój kłaczek tworzą poskręcane, maleńkie niteczki. Owe niteczki to wielocukier zbudowany z resztek cząsteczek glikozy — celuloza.

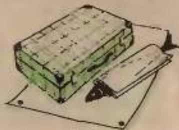
Podczas ogrzewania trocin drzewnych ze stopionym wodorotlenkiem ten ostatni rozpuścił zawartą w drewnie ligninę. Natomiast celuloza została nienaruszona. Jak łatwo zauważyć, ta metoda wydobywania celulozy z drewna jest raczej kosztowna. Przecież na 1,5 g trocin zużyłeś 20 g wodorotlenku oraz sporo kwasu. W dodatku

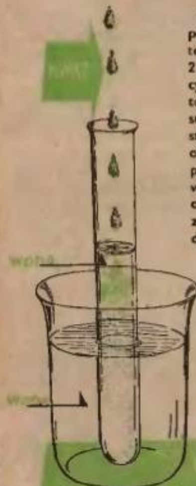
drewno, w zależności od gatunku, zawiera tylko 35—50% celulozy, resztę stanowi lignina. Dlatego to przemysł posługuje się nieco innymi i tańszymi metodami otrzymywania celulozy.

Celuloza jest chemicznie odporna i niełatwa do rozpuszczenia. Rozcieńczone wodorotlenki i słabe kwasy nie szkodzą celulozie. Natomiast kwasy mocne nawet rozcieńczone powodują znaną Ci już hydrolizę aż do powstania glikozy. Ale reakcja hydrolizy nie przebiega od razu i całkowicie, lecz przechodzi poprzez stadia pośrednie. Praktyka wykazała, że takie właśnie pośrednie produkty hydrolizy celulozy posiadają bardzo cenne dla nas właściwości.

Papier pergaminowy i fibra

Zapewne niejednokrotnie już zetknąłeś się z papierem pergaminowym i fibrą. W papier pergaminowy, wykorzystując jego nieprzepuszczalność i nieprzesiąkliwość tłuszczów, pakuje się chałwę, śledzie, mielone mięso oraz inne mokre i tłuste artykuły spożywcze. Natomiast z fibry wyrabiane są walizki, pudełka oraz rozmaity sprzęt elektrotechniczny, a więc m. in. karkasy małych transformatorków. Ze względu na wielką wytrzymałość mechaniczną, odporność na wilgoć oraz dobre własności elektryczne fibra jest cennym materiałem dla modelarzy.





Zacznijmy jednak od papieru pergaminowego. Abyś papier taki mógł wykonać, przygotuj 2—3 paski wycięte z bibuły filtracyjnej. Następnie musisz przygotować wodny 66% roztwór kwasu siarkowego. W tym celu 30 ml stężonego kwasu siarkowego wlej ostrożnie do 15 ml wody. Tylko pamiętaj, odwrotnie postępować nie wolno! **Kwas, jako ciecz o większej gęstości, trzeba zawsze wlewać do wody, a nigdy odwrotnie.** Podczas rozcieńczania kwasu siarkowego wydziela się dużo ciepła, trzeba więc otrzymany roztwór oziębić do temperatury pokojowej. W czasie, gdy tamten roztwór stygnie, do małej parowniczki wlej 30 ml wody i dodaj do niej 3 ml wodorotlenku amonowego NH_4OH.

Do zlewki z zimnym już 66% roztworem kwasu siarkowego zanurz do połowy dwa paski bibuły. Po 30 sekundach paski bardzo ostrożnie wyjmij, umieść w parowniczce, zanieś pod kran i bardzo starannie opłucz.

W celu zobojętnienia resztek kwasu siarkowego paski bibuły wykąp w przygotowanym roztworze wodorotlenku amonowego. Po ponownym wypłukaniu wodą wygładź je wałkując na szkle czystą butelką bez etykietki.

Po wysuszeniu porównaj wygląd bibuły z wyglądem otrzymanego papieru pergaminowego. Zadziwiła Cię, widzę, wytrzymałość na rozciąganie papieru pergaminowego, jak też i jego zwartość, której właśnie zawdzięczasz nieprzepuszczalność wody i tłuszczów. Otóż podczas kąpieli w kwasie siarkowym włókna celulozy pęcznieją, a cząsteczki celulozy, przyłączając wodę, ulegają częściowej hydrolizie. Pierwszym produktem tej częściowej hydrolizy jest tzw. **hydroceluloza.** Włókna hydrocelulozy są ze sobą ściślej połączone niż włókna celulozy, stąd też papier pergaminowy nie przepuszcza wody ani tłuszczu, a ponadto jest o wiele mocniejszy od bibuły. W podobny sposób, przez działanie kwasu siarkowego na bibułę, produkowany jest papier pergaminowy w przemyśle.

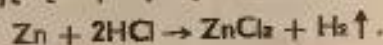
Teraz z kolei zajmiemy się wykonaniem próbki fibry. Postaraj się więc o kwas solny, kawałeczki blachy cynkowej (np. ze starych bateryjek) oraz paski cienkiego kartonu. Pracę zacznij od sporządzenia stężonego wodnego roztworu chlorku cynkowego $ZnCl_2$. W tym celu do większej kolbki wlej 100 ml stężonego kwasu solnego i wsyp porcjami 25 g pokrojonych na kawałeczki blaszek cynkowych. W kolbce rozpocznie się od razu burzliwa i gwał-

UWAGA MIESZANINA WYBUCHOWA

H_2 H_2 H_2

CYNK

towna reakcja cynku z kwasem. Reakcję tę zapisujemy równaniem:



$$Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow.$$

Pęcherzyki gazu wydzielające się z roztworu to wodór. Ponieważ mieszanina powietrza z wodorem jest bardzo silnie wybuchowa, pamiętaj, aby rozpuszczanie cynku w kwasie przeprowadzić z daleka do wszelkich źródeł ognia czy iskier.

Gdy już cały cynk przereaguje z kwasem, otrzymany roztwór chlorku cynkowego przelej do zlewki, ogrzej do temp. 60°C i zanurz w nim na 10 minut przygotowane paski kartonu. Następnie paski kartonu płucz bardzo dokładnie pod bieżącą wodą i, podobnie jak poprzednio papier pergaminowy, wygładź je wałkując butelką na kawałku płyty szklanej. Po wysuszeniu otrzymasz fibrę bardzo wytrzymałą mechanicznie i odporną na wilgoć.

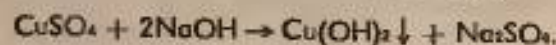
Działanie gorącego roztworu chlorku cynkowego na celulozę jest podobne do znanego Ci już działania kwasu siarkowego. Dzięki częściowej hydrolizie celulozy zwiększa się spoistość, wytrzymałość oraz odporność chemiczna kartonu.

Włóknista struktura celulozy i jej obfitość występowania w przyrodzie od dawna już nasuwały badaczom myśl, aby wykorzystać ją jako surowiec tekstylny. Zasadniczym warunkiem urzeczywistnienia tego pomysłu stało się jednak znalezienie substancji rozpuszczającej w sobie bez zniszczenia celulozę. Po długich badaniach odkryto, iż do tego celu nadaje się alkaliczny roztwór wodorotlenku miedziowego. Od nazwiska odkrywcy rozpuszczalnik ten nazwano **odczynnikiem Schweitzera.**

Spróbuj i Ty we własnym, skromnym zakresie wyprodukować nieco sztucznego jedwabiu. Zadanie to nie będzie trudne, ale najpierw musisz wykonać pewne urządzenie pomocnicze, zastępujące szereg maszyn fabrycznych.

Jeżeli jesteś staranny w pracy, to będziesz miał teraz ułatwione zadanie. Sięgniesz po prostu do swego gospodarstwa i wyjmiesz lśniący czystością aparacik, którym posługiwałeś się już poprzednio przy „produkcji" białkowych włókien sztucznych. Możliwe jednak, że poprzedniego doświadczenia nie przeprowadzałeś. Wobec tego wykonaj teraz przyrządzik według opisu podanego na str. 21.

Z kolei przystępujemy do prac chemicznych. W 50 ml wody rozpuść 5 g siarczanu miedziowego $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, następnie do roztworu tego dodawaj kroplami wodorotlenek sodowy NaOH. Pod jego działaniem pocznie się wytrącać niebieski wodorotlenek miedziowy:

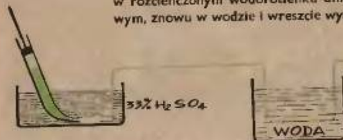


$$CuSO_4 + 2NaOH \rightarrow Cu(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4.$$

Osad ten odsącz, przemyj na sączku dokładnie wodą i osusz. Gdy bibuła wyschnie, wodorotlenek miedziowy wsyp do kolbki i dolej do niej 50 ml stężonego wodorotlenku amonowego NH_4OH. Po paru minutach wstrząsania wodorotlenek miedziowy rozpuści się. Teraz do kolbki wrzuć 3 g waty (jest to prawie czysta celuloza). Kolbkę zamknij korkiem i długo nią wstrząsaj. Po kilkunastu minutach wata zniknie, rozpuści się i otrzymasz lepki, gęsty roztwór celulozy.

Odstaw go na 2—3 godziny, aby usunąć pęcherze powietrza, i w tym czasie przygotuj głęboki talerz (lub parowniczkę) napełniony 33% kwasem siarkowym.

Z poprzednio przygotowanej rurki wyjmij korek, wlej do środka roztwór celulozy i rurkę zamknij ponownie korkiem. Zwężony wylot rurki ustaw nad dnem naczynia z kwasem i dmuchaj lekko w cienką rurkę gumową. Wówczas to z otworu zanurzonego w kwasie pocznie wypływać cienka nitka. Chwyć ją szklanym pręcikiem i zacznij nawijać. Dmuchać musisz lekko i równomiernie, a jednocześnie powoli nawijać nić na pałeczkę. Następnie nitkę opłucz w wodzie, po czym w rozcieńczonym wodorotlenku amonowym, znowu w wodzie i wreszcie wysusz.



Pytasz, na czym polega tego rodzaju wytwarzanie nici celulozowej? Otóż celuloza rozpuszcza się w odczynniku Schweitzera. Z chwilą wtłoczenia tego roztworu do kwasu siarkowego odczynnik ulega rozkładowi i zostaje wydzielona celuloza. W wyniku tego procesu z roztworu celulozy otrzymujemy jedno niekończące się włókno tzw. **sztucznego jedwabiu.** Włókno to jest bardzo mocne, trwałe i znacznie estetyczniejsze od naturalnych włókien celulozowych, np. bawełny czy konopi.

Miedziowa metoda produkcji sztucznego jedwabiu jako zbyt kosztowna została już dawno zastąpiona **metodą wiskozową.** Rozpuszczalnikiem dla celulozy w tej metodzie jest alkaliczny roztwór dwusiarczku węgla CS_2.

Metodą wiskozową, to jest przez rozpuszczenie celulozy w alkalicznym roztworze dwusiarczku węgla, a następnie przez regenerację celulozy w roztworze kwasu siarkowego, produkowany jest również znany Ci **tomofan.**

Niestety, z uwagi na trudności nabycia, jak też przykry zapach, silną toksyczność i łatwopalność dwusiarczku węgla, nie będziemy mogli wykonać doświadczenia z produkcją sztucznego jedwabiu i tomofanu metodą wiskozową.

Chemiczne pochodne celulozy

Dotychczas zajmowałeś się hydrolizą celulozy na glikozę oraz regeneracją celulozy rozpuszczonej w odczynniku Schweitzera. Teraz proponuję przejść do otrzymywania chemicznych pochodnych celulozy, jak azotan i octan ce-

lulozy. Te dwie pochodne są podstawą zastosowania celulozy w przemyśle tworzyw sztucznych, lakierów i klejów.

Otóż podstawowym surowcem do wyrobu **celuloidu** jest znany Ci już dobrze wielocukier — celuloza. Nie jest to jednak zwykła celuloza, lecz nieco chemicznie zmieniona. Zmiana ta polega na działaniu na celulozę roztworem nitrującym, czyli mieszaniną kwasu azotowego i siarkowego.

W wyniku działania kwasu azotowego na celulozę powstają azotany celulozy. Często dla związku tego używana jest nazwa inna, a mianowicie **nitroceluloza**. Pamiętaj, że jest ona błędna, chociaż w języku naszym głęboko zakorzeniona.

W zależności od stężenia użytego kwasu, jego ilości w stosunku do ilości celulozy oraz warunków prowadzenia reakcji nitrowania, możemy otrzymać tzw. jedno-, dwu- lub trójazotan celulozy.

Trójazotan celulozy zawiera w swym składzie do 14% azotu. Jest to włókniste ciało stałe bez smaku i zapachu. W stanie suchym trójazotan celulozy spala się bardzo łatwo i wybuchowo. Stanowi on podstawowy składnik prochu bezdymnego, tzw. pyroksylinowego oraz wielu najróżniejszych materiałów wybuchowych.

Już znacznie bardziej pokojowe zastosowanie znajduje mieszanina dwu- i jednoazotanu celulozy. Mieszanina taka zawiera około 11% azotu i stanowi ważny surowiec w przemyśle tworzyw sztucznych oraz lakierów. Mieszanina dwu- i jednoazotanu celulozy zwana jest **bawełną kolodionową**. Służy ona do wyrobu celuloidu oraz lakierów, zwanych lakierami „nitro".

Ponieważ w domowych warunkach wyrób azotanów celulozy jest bardzo niebezpieczny, czyli praktycznie niemożliwy, a wątpię, aby udało Ci się nabyć bawełnę kolodionową ograniczę się tylko do krótkiego opisu przemysłowej produkcji celuloidu.



Produkcja tego tworzywa polega na wymieszaniu bawełny kolodionowej z 20—30% dodatkiem kamfory rozpuszczonej w alkoholu etylowym. Dokładnie wymieszana masa przechodzi na walce, które opuszcza w postaci arkuszy celuloidu.

Dzięki silnej termoplastyczności (mięknie przy ogrzewaniu) celuloid daje się bardzo łatwo formować w płyty, rury, arkusze, pręty. Z czystej bawełny kolodionowej i kamfory otrzymuje się celuloid przezroczysty o lekko żółtawym odcieniu. Do czasu wyprodukowania szkła organicznego, pleksiglasu, celuloid znajdował zastosowanie przy wyrobie nietłukących się szyb, okularów, osłon itp.

Podczas mieszania bawełny kolodionowej z kamforą wprowadza się również barwniki rozpuszczalne w alkoholu bądź też różne pigmenty w postaci nierozpuszczalnych proszków. W pierwszym przypadku otrzymuje się

tworzywo barwne, przezroczyste, w drugim też barwne, lecz nieprzejrzyste.

Powracając teraz do Twojej piłeczki pingpongowej z łatwością stwierdzisz, iż do jej wyrobu użyto właśnie surowca zawierającego pigment biały. On też daje tę znikomą ilość popiołu, jaka pozostała po spaleniu próbki. Czysty bowiem celuloid spala się bez reszty.

Drugą po azotanie ważną pochodną celulozy jest octan celulozy. Związek ten otrzymuje się działając w odpowiednich warunkach na celulozę bezwodnikiem kwasu octowego.

Otrzymany produkt, zwany octanem celulozy lub acetylocelulozą, posiada podobne właściwości i zastosowanie jak celuloid. A więc octan celulozy jest termoplastyczny, bezbarwny i przezroczysty. Wykazuje natomiast znacznie mniejszą palność i rozpuszczalność niż azotan celulozy.

Z octanu celulozy wykonywane są dziś tzw. niepalne błony filmowe, klisze do zdjęć rentgenowskich, taśmy magnetofonowe, sztuczny jedwab, kierownice samochodowe, gałki, uchwyty, płyty, wykładziny klawiszy instrumentów muzycznych itp.

Celuloid na domowym warsztacie

Spróbujmy teraz wspólnie zebrać zdobyte wiadomości o właściwościach celuloidu i wysunąć płynące stąd dla Ciebie wnioski, jak go obrabiać i jak wykorzystać w warunkach domowych.

Identyfikować celuloid już umiesz. Żadne z tworzyw

sztucznych nie odznacza się bowiem taką palnością. Dalej, celuloid jest bardzo termoplastyczny. Już w temperaturze 90°C tak silnie mięknie, iż daje się doskonale giąć.

Stąd też wniosek praktyczny, że celuloidu nie powinieneś używać do wykonania takich przedmiotów czy też elementów, które narażone są na ogrzewanie do temperatury powyżej 50°C. Czyli, mówiąc konkretnie, nie próbuj wykonywać z celuloidu cygarniczki dla wujka ani też uchwytu do abażuru, który może dotknąć do gorącej żarówki.

Z drugiej jednak strony duża termoplastyczność ce-



TYCH RZECZY NIE RÓB Z CELULOIDU



luloidu ułatwi Ci jego formowanie, przede wszystkim gięcie. Z uwagi na łatwopalność celuloidu przy gięciu nie będziesz chyba ogrzewał go nad płomieniem. O wiele pewniej i lepiej będzie przeznaczony do formowania kawałek celuloidu ogrzać w gorącej wodzie.

Przy okazji nauczę Cię bardzo prostego sposobu naprawiania wgniecionych piłeczek pingpongowych. Jeżeli piłeczka jest wgnieciona, ale oczywiście nie popękana, wrzuć ją do naczynia z wrzącą wodą i przytrzymaj chwilę łyżką pod wodą. Jeżeli tylko piłeczka jest szczelna, wytworzone wewnątrz ciśnienie powietrza, dzięki plastyczności celuloidu, wyprostuje wgiętą ściankę.

Celuloid daje się łatwo obrabiać mechanicznie, a więc strugać, ciąć, piłować. Ponieważ jednocześnie jest on dosyć miękki, łatwo ulega porysowaniu, a tym samym wyroby z niego wykonane zatracają szybko swą przezroczystość. Przezroczystość tę możesz przywrócić za pomocą alkoholu metylowego oraz dwu płytek szklanych. W tym celu do naczynia z wodą zagrzaną do wrzenia wstaw naczynie z alkoholem metylowym (tzw. spirytus drzewny). Gdy alkohol pocznie wrzeć, w jego parach trzymaj przez chwilę celuloid. Następnie szybko umieść go pomiędzy dwiema czystymi i ogrzanymi płytkami szklanymi, a na płytce górnej połóż jakiś ciężki przedmiot.

Pamiętaj proszę, że ten zabieg przywraca celuloidowi tylko przezroczystość. Natomiast nie jest on w stanie przywrócić mu bezbarwności. Celuloid pod wpływem działania światła niestety powoli i nieodwracalnie żółknie.

Właśnie żółknięcie oraz zbyt duża palność przyczyniły się do wyparcia celuloidu w wielu dziedzinach produkcji przez nowsze i lepsze tworzywa sztuczne.

A teraz parę słów o rozpuszczalności celuloidu i wynikające stąd wskazówki.

Związków organicznych dobrze rozpuszczających celuloid znamy kilkanaście. Do najpopularniejszych należą: aceton, octan etylowy, octan amylowy oraz alkohol metylowy, czyli tzw. spirytus drzewny. Przy okazji przypominam, iż łatwy obecnie do nabycia w handlu tzw. rozpuszczalnik nitro (nie myl z rozcieńczalnikiem — benzyną), to mieszanina acetonu, octanu amylowego i octanu etylowego.



Posiadając skrawki celuloidu możesz otrzymać z nich bardzo dobry klej lub też specjalny lakier, zwany lakierem caponowym. Do wyrobu kleju nadają się dowolnego koloru odpadki celuloidowe. Pokraj je drobno i zalej taką ilością acetonu, aby powstał roztwór 6—10%. Po rozpuszczeniu się skrawków dodaj do całości 1—2% octanu amylowego lub etylowego. Gdy nie masz tych związków, użyj do rozpuszczania celuloidu po prostu rozpuszczalnika

nitro. Tak otrzymany klej nadaje się doskonale do łączenia papieru, tektury, filcu, a nawet fajansu i porowatej ceramiki.

Jeżeli chodzi o sam celuloid, to można go sklejać powyższym klejem albo po prostu samym rozpuszczalnikiem nitro. Ponieważ jednak rozpuszczalnik ten jest bardzo lotny, kleić nim można jedynie małe kawałeczki celuloidu. W tym celu obie powierzchnie zwilż rozpuszczalnikiem i od razu szybko ściśnij ze sobą.

Często możesz spotkać się z radą, aby celuloid, a więc np. oprawkę okularów, kleić acetonem. Owszem, aceton do tego celu się nadaje i pozwala otrzymać trwałą spoinę, ale będzie ona brzydka i widoczna z powodu mlecznego zabarwienia.

Zresztą najlepiej wykonaj sam takie oto doświadczenie. W dwu probówkach rozpuść po małym skrawku bezbarwnego celuloidu — pierwszy skrawek w czystym acetonie, drugi w rozpuszczalniku nitro. A teraz na kawałek blaszki wylej po parę kropel roztworu z obu probówek (ale osobno, nie mieszając ich) i dmuchaj lekko, aby rozpuszczalniki szybciej wyparowały.

Po chwili stwierdzisz, że błona powstająca z roztworu acetonowego jest mlecznobiała, natomiast druga zupełnie przezroczysta. Powodem mleczności błony pierwszej jest wykroplenie się na niej wilgoci z powietrza podczas parowania acetonu. Po prostu aceton jest bardzo lotny, a przez to parując pobiera z otoczenia wiele ciepła. Wskutek tego roztwór acetonowy tak się oziębia, że na jego powierzchni zaczyna wykraplać się wilgoć z powietrza. Zapobiega temu dodanie do acetonu rozpuszczalników mniej lotnych — otrzymywane wtedy spoiny są bezbarwne, a tym samym niewidoczne.

Z błonkami powstającymi z roztworów celuloidu łączy się sprawa lakieru caponowego. Aby lakier taki spełnił swe przeznaczenie, musi być wykonany z przezroczystego i bezbarwnego celuloidu. Dzięki świetnej przyczepności do metali nadaje się on doskonale do chronienia ich powierzchni przed wpływem warunków atmosferycznych. Wiesz dobrze, że najstaranniej nawet wypolerowany mosiądz, brąz czy też miedź, nie mówiąc już o żelazie, po kilku dniach matowieje, po paru tygodniach mosiądz ciemnieje, miedź śniedzieje a żelazo rdzewieje. Natomiast pokrycie tych metali cieniutką warstewką lakieru caponowego chroni je przez długie miesiące przed korozją i trwale konserwuje połysk wypolerowanych powierzchni.



Chcąc otrzymać dobry lakier caponowy, weź 6—8 g bezbarwnego przezroczystego celuloidu i zalej go mieszaniną o składzie:

aceton	25 ml
octan amylowy	20 ml
octan etylowy	20 ml.

Po trzech dniach, gdy celuloid już się całkowicie rozpuści, zlej delikatnie klarowną górną warstwę cieczy. Roztwór ten jest już gotowym lakierem.

Przedmiot metalowy przed pokryciem lakierem musisz dokładnie wyczyścić i odtłuścić za pomocą acetonu. Lakierowanie przeprowadzasz za pomocą kawałeczka

waty zmoczonej w lakierze lub miękkiego pędzelka. Pamiętaj tylko, że nie ma sensu lakierowanie przedmiotów brudnych i pordzewiałych.

Obróbka octanu celulozy

Teraz przychodzi kolej na następną znaną Ci już pochodną celulozy, to znaczy **octan celulozy.**

Dzięki dużej przezroczystości, bezbarwności i co najważniejsze małej palności octan celulozy wyparł z wielu dziedzin starszego swego brata, celuloid. Dotyczy to błon filmowych, taśm magnetofonowych, okularów ochronnych opraw do okularów i licznych drobiazgów motoryzacyjnych.

Octan celulozy daje się doskonale obrabiać mechanicznie. Do polerowania jego możesz stosować miękki filc, posmarowany pastą do zębów.

Uprzedzam natomiast, że klejenie octanu celulozy jest znacznie trudniejsze niż celuloidu. Najlepsze wyniki daje klejenie tego tworzywa mieszaniną rozpuszczalników o składzie:

stężony kwas octowy	50 ml
aceton	45 ml
rozpuszczalnik nitro	5 ml.

Mieszanina ta nadaje się specjalnie do łączenia niepalnych błon filmowych i taśm magnetofonowych. Pamiętaj jednak, iż w przypadku łączenia takich taśm musisz przede wszystkim usunąć warstewkę emulsji żelatynowej czy tlenków magnetycznych. Oczyszczone z emlusji końce taśmy cienko posmaruj podaną mieszanką, nałóż na

siebie i mocno ściśnij. Po 3—5 minutach otrzymasz mocne i trwałe złącze.

Ale uważaj. Taśmy magnetofonowe produkowane są nie tylko z trójoctanu celulozy, ale też i z poliestrów. Trzeba więc zacząć od identyfikacji taśmy.

Poza azotanem i octanem celulozy istnieje jeszcze kilka innych tworzyw otrzymywanych z celulozy. Są to np. maślan, propionian celulozy, metyloceluloza itd. Z tworzywami tymi spotykamy się jednak rzadko, a ich identyfikacja jest bardzo trudna.

3. PLASTYCZNE, ELASTYCZNE ORAZ SZTYWNE — CZYLI O KAUCZUKU, GUMIE I EBONICIE

W jednym ze swoich listów pytałeś mnie kiedyś, które z tworzyw sztucznych jest najstarsze. Odpowiedziałem Ci wówczas, że guma, została ona otrzymana po raz pierwszy w 1838 roku.

Ciebie jednak ta odpowiedź nie zadowoliła, gdyż twierdziłeś, że pierwsze wzmianki o kauczuku są o wiele starsze i sięgają już nawet XV wieku.

Ależ oczywiście, masz rację, pierwsze wiadomości o kauczuku dotarły do Europy po powrocie Kolumba. Natomiast na kontynencie amerykańskim kauczuk doskonale był znany już w pradawnym państwie Majów, czyli skromnie licząc, jakieś 1000 lat temu.

A to małe nieporozumienie między nami powstało znowu z nie dość precyzyjnie formowanych pojęć. W mowie potocznej często wymiennie używa się dwu nazw — kauczuk i guma. I tak np. jedni mówią „gumowy czepek",

drudzy zaś „kauczukowe rękawiczki", czy „kauczukowa rurka". Tymczasem każda z tych nazw oznacza zupełnie coś innego. Ciebie więc proszę osobiście, abyś dobrze to przemyślał i zapamiętał. Kauczuk oznacza nazwę surowca, zaś guma to nazwa tylko jednego z produktów otrzymywanych z kauczuku.



Można by tu przeprowadzić porównanie gliny z cegłą. Patrząc na dom, komin czy mur nie mówimy przecież, iż jest on zbudowany z gliny, lecz, że to jest budowla z cegły. Z gliny bowiem wyrabia się nie tylko cegły, lecz również dachówki, pustaki, fajans czy wreszcie porcelanę. Podobnie jest z kauczukiem i gumą. Z tego samego surowca, kauczuku, robi się ebonit, różnego gatunku gumy, specjalny klej termopren czy też lakier chlorokauczukowy.

Dla pewności więc powtarzam raz jeszcze — kauczuk jest to surowiec, guma zaś — to jeden z wyrobów otrzymanych z kauczuku.

W życiu codziennym na każdym niemal kroku stykasz się z wyrobami gumowymi — boty, guma do bielizny, guma do wycierania, rurki, rękawiczki, uszczelki do słoików, opony, dętki, piłki, zabawki itp. Znacznie natomiast rzadziej, a nawet bardzo rzadko, spotykamy się z czystym kauczukiem, i to zarówno z kauczukiem naturalnym, jak i z syntetycznym. Powodem tego są liczne





ujemne właściwości kauczuku, od których przeważnie wolna jest guma.

Na to jednak, abyś dokładnie poznał gumę i kauczuk oraz nauczył się je rozróżniać, wykonaj następujące doświadczenie.

Identyfikacja kauczuku i jego pochodnych

Najpierw nauczysz się identyfikować kauczuk i produkty z niego otrzymane, aby móc je odróżnić od innych tworzyw. Do badań postaraj się o kilka kawałeczków wyrobów gumowych, np. dętki, rurki (uwaga: nie bierz wyrobów zawierających tkaninę) oraz ścinki zelówek z tzw. gumy indyjskiej. Guma indyjska, inaczej zwana słoniną, jest to czysty, surowy kauczuk naturalny. Ponadto musisz jeszcze koniecznie postarać się o kawałeczek pokrywki od akumulatora samochodowego lub motocyklowego.

Gdy już zdobędziesz te próbki, przygotuj 3 czyste i suche probówki z korkami i napełnij je do połowy benzyną. **Uwaga: do doświadczeń nie wolno Ci używać benzyny samochodowej, czyli tzw. etyliny, gdyż zawiera ona groźną truciznę, czteroetylek ołowiu.** W sklepach mydlarskich oraz w sklepach z farbami i lakierami z łatwością nabędziesz tzw. rozcieńczalnik do farb, czyli czystą benzynę ekstrakcyjną. Oczywiście pracując z benzyną musisz zachować wszelkie środki ostrożności, gdyż jest to substancja bardzo łatwo palna, a więc po pierwsze trzeba **zgasić palnik czy lampkę spirytusową.**

Po napełnieniu benzyną tych 3 probówek wrzuć — do

pierwszej mały ścinek gumy indyjskiej, do drugiej ścinek gumy, np. z dętki, do trzeciej zaś mały kawałeczek ebonitowej skrzynki akumulatorowej. Probówki zamknij szczelnie korkami i odstaw na 1—2 dni.

Teraz przystąp do identyfikacji płomieniowej posiadanych próbek.

Na początek do brzegu płomienia wprowadź trzymany w szczypcach kawałeczek gumy (dętki, piłki czy też rurki). Po paru sekundach próbka zapala się, a wyjęta z płomienia nie gaśnie, lecz pali się dalej. Płomień przybiera barwę ciemnożółtą i wydziela się gęsty, czarny dym. Brzegi próbki tuż przy płomieniu wyraźnie mięknąą, dając lepką masę. Jednocześnie czujesz ostry, charakterystyczny, przykry zapach palonej gumy. Zapamiętaj sobie dobrze ten zapach, gdyż jest on typowy niemal dla wszystkich produktów otrzymywanych z kauczuku.

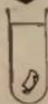


Z kolei wprowadź do płomienia kawałek gumy indyjskiej. Zachowanie się jej będzie bardzo podobne do zachowania się w płomieniu poprzedniej próbki. A więc guma indyjska po chwili zapala się. Płomień przybiera barwę ciemnożółtą i będzie silnie kopcił. Jednocześnie poczujesz ten sam specyficzny zapach. Jedyna istotna różnica, dostrzegalna zresztą po nabraniu wprawy, to znacznie szybsze i silniejsze mięknienie próbki umieszczonej w płomieniu. Zapamiętaj więc, że guma indyjska, czyli tzw. słonina, ogrzewana, mięknie o wiele łatwiej i bardziej niż inne gatunki gumy.

Na zakończenie poddaj analizie płomieniowej kawałeczek ebonitowej skrzynki akumulatorowej. Tym razem

próbka trzymana w płomieniu zapala się trudno, i to dopiero po długim czasie. Wyjęta z płomienia od razu gaśnie. Płomień palącej się próbki ebonitu jest żółtawo-pomarańczowy i silnie kopcący. Wydzielający się zapach przypomina paloną gumę, lecz jest znacznie ostrzejszy, gdyż w skład produktów lotnych, wydzielanych podczas spalania ebonitu, wchodzi dużo ilość dwutlenku siarki SO_2. Natomiast, w przeciwieństwie do gumy i słoniny, próbka ebonitu, ogrzewana w płomieniu nawet bardzo długo, zupełnie nie mięknie i nie topi się.







TYLKO KAUCZUK ROZPUSZCZA SIĘ W BENZYNIE

Po 24 godzinach zajrzyj do swoich trzech probówek. W pierwszej, w której umieściłeś gumę indyjską, zastaniesz teraz żółtą galaretę lub lepką ciecz. Stąd prosty wniosek, że guma indyjska rozpuszcza się w benzynie.

Ale za to ścinek zwykłej gumy umieszczony w probówce drugiej nie uległ rozpuszczeniu. Jeśli wyjmiesz go i dokładnie obejrzysz, to stwierdzisz, iż wyraźnie spęczniał

i skruszał. Ot, po prostu skrawek ten stracił właściwą gumie elastyczność i przy silniejszym nacisku lub rozciąganiu rozpada się w palcach na kawałki.

Natomiast na umieszczonym w probówce trzeciej ebonitowym kawałeczku skrzynki akumulatorowej nie dostrzeżesz żadnego widocznego wpływu benzyny.

Uff, sporo już doświadczeń wykonałeś, a ich przebieg dostarczył Ci licznych, ciekawych spostrzeżeń. Aby wynieść z tego trwały pożytek, musisz teraz dokonać małego podsumowania i uporządkowania wiadomości o kauczuku i ciałach z niego otrzymywanych. Zacznijmy od kauczuku. W Twoich doświadczeniach przedstawicielem naturalnego kauczuku były ścinki gumy indyjskiej — słoniny. Jak sam się przekonałeś, surowy kauczuk dobrze się rozpuszcza w benzynie (uzupełnię to dodając, że równie dobrze rozpuszcza się w benzynie, toluenie, chloroformie, czterochlorku węgla, trójchloroetylenie).

Dalej surowy kauczuk jest ciałem wybitnie termoplastycznym. Na zimno staje się on sztywny i kruchy, ogrzany zaś mięknie, zatraca elastyczność, a nabiera za to plastyczności, czyli podatności na formowanie. Surowy kauczuk, silnie ogrzany, przechodzi w syropowatą, gęstą, niekrzepnącą już ciecz.

Natomiast wszelkiego rodzaju guma (opony, dętki, rurki) jest praktycznie biorąc w niczym nierozpuszczalna. Wszystkie jednak rozpuszczalniki wymienione dla kauczuku, jak również oleje i tłuszcze powodują mniejsze lub większe pęcznienie gumy i czynią ją kruchą. Guma w przeciwieństwie do kauczuku, na zimno jest elastyczna, a ogrzana również nie traci swej elastyczności. Dopiero

przy silniejszym ogrzaniu, powyżej 180°C, guma poczyna się rozkładać, dając kleistą maź.

Z kolei drugi produkt otrzymywany z kauczuku, tj. materiał, z którego wykonywane są skrzynki akumulatorowe, czyli ebonit, jest zawsze twardy i sztywny. Ebonit ogrzany do 200°C nie mięknie i nie nabiera plastyczności.



Również rozpuszczalniki organiczne, oleje ani tłuszcze nie zmiękczają i nie rozpuszczają ebonitu. Wspólną natomiast cechą dla kauczuku, gumy i ebonitu jest charakterystyczny zapach podczas palenia oraz czarny, kopcący dym.

Czy guma i ebonit zawierają siarkę?

Zapewne zdziwiło Cię to pytanie. Jednak zanim na nie odpowiem, wykonaj nowe doświadczenie. — Weź 3 monety srebrne lub inne przedmioty wykonane z tego metalu i za pomocą kredy zarobionej na papkę denaturatem oczyść powierzchnię srebra do metalicznego połysku. Jeśli nie masz kredy, do czyszczenia możesz użyć pasty do zębów.

Na czystą, błyszczącą i lekko zwilżoną wodą powierzchnię jednej monety połóż kawałeczek gumy, na drugą kawałeczek surowego kauczuku i na trzecią kawałeczek ebonitu.

Już po paru godzinach stwierdzisz, że na błyszczącej poprzednio powierzchni srebra pojawiły się ciemne, niekiedy wprost czarne plamy. Ale plamy te występują tylko na monetach, na których leżała guma i ebonit. Natomiast pod kawałeczkiem surowego kauczuku srebro jest nadal jasne i błyszczące.

Czarne plamy, które powstały na srebrze, niezbicie dowodzą, iż ciała na nim leżące zawierać musiały siarkę. Czysta powierzchnia srebra podobnie może służyć do wykrycia siarki np. w żółtku jaja kurzego. Taka próba na siarkę za pomocą srebrnego przedmiotu jest bardzo prosta, a zarazem niezawodna.

Na podstawie wyników próby ze srebrem udzielasz twierdzącej odpowiedzi na postawione poprzednio pytanie. — Tak, zarówno guma, jak i ebonit zawierają siarkę. Natomiast pierwiastka tego nie zawiera surowy, naturalny kauczuk. Wobec tego — rozumujesz dalej — siarkę do gumy i ebonitu wprowadza człowiek. Ale po co to robi?

Po prostu dlatego, że bez siarki guma nie byłaby gumą, a ebonit ebonitem, tylko byłyby one nadal surowym kauczukiem.

PRZED WULKANIZACJĄ

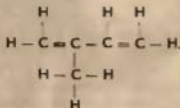


Oczywiście nie wyobrażam sobie, aby odpowiedź ta zadowoliła Cię. Powróćmy więc jeszcze raz do właściwości kauczuku.

Jedną z nich jest elastyczność.

Na czym polega? — zapytujesz.

Elastyczność jest wynikiem jego specyficznej budowy. Najmniejszym fragmentem budowy kauczuku naturalnego są cząsteczki związku o nazwie izopren:



Jak widzisz ze wzoru, izopren należy do węglowodorów, gdyż jego cząsteczka zbudowana jest tylko z atomów węgla i wodoru. Dziesiątki i setki tysięcy cząsteczek izoprenu, połączonych ze sobą w długie, długie łańcuchy, tworzą dopiero kauczuk.

Ale łańcuchy utworzone z cząsteczek izoprenu nie są bynajmniej proste jak patyk. Nic podobnego, przypominają one raczej kłębowisko pozwijanych i poprzeplatanych wzajemnie węży. Gdy teraz weźmiesz do ręki kawałeczek kauczuku i zaczniesz go rozciągać, wówczas łańcuchy izoprenu ulegają częściowemu wyprostowaniu. Porównać to można do rozprostowywania się przy rozciąganiu spiralnej sprężyny. Z chwilą zaprzestania rozciągania łańcuchy izoprenu powracają do swojej pierwotnej pozwijanej postaci.

Jeżeli jednak zbyt mocno rozciągniesz kawałek surowego kauczuku, to po zaprzestaniu rozciągania nie powróci on już dokładnie do swych dawnych wymiarów. Dlaczego? Bo nastąpiło trwałe poprzesuwanie się łańcuchów. Po prostu sam łańcuch izoprenu jest bardzo elastyczny, ale w surowym kauczuku poszczególne łańcuchy wzajemnie trzymają się między sobą słabo i przy silniejszym rozciąganiu przesuwają się po prostu jeden wzdłuż drugiego.



Daje się to szczególnie łatwo zaobserwować w temperaturze powyżej 40—50°C. Podwyższenie temperatury rozluźnia łańcuchy izoprenowe i pozwala im swobodniej przesuwać się względem siebie. Rozciąganie ogrzanego kauczuku powoduje trwałe przesuwanie się łańcuchów, a nie ich rozprostowywanie.

Mówimy, że surowy kauczuk ogrzany traci elastyczność, a staje się za to plastyczny.

PO WULKANIZACJI

Jak myślisz, co należałoby więc uczynić, aby w kauczuku zapobiec wzajemnemu przesuwaniu się łańcuchów izoprenu?

Trzeba je jakoś wzajemnie powiązać, poszczepiać — proponujesz.

Tak, masz rację. Właśnie w ten sposób postępujemy już od roku 1838, to jest od chwili wynalezienia gumy. Guma bowiem tym się różni od kauczku, że łańcuchy izoprenu są w niej pomiędzy sobą silnie powiązane. Klamrami spinającymi i łączącymi je jest siarka. Sam zaś proces przekształcania kauczuku w gumę zwiemy wulkanizacją.

Proces wulkanizacji możesz sobie wyobrazić następująco: Kauczuk zbudowany jest z łańcuchów utworzonych przez spolimeryzowany izopren. Każda z cząsteczek tego związku, tworzących długie łańcuchy, zawiera jeszcze jedno podwójne wiązanie. Podczas ogrzewania surowego kauczuku z siarką, wiązania podwójne pękają, dzięki czemu drugi i trzeci atom węgla zyskują po jednej wolnej wartościowości. Wówczas to dochodzi do głosu siarka. Atomy jej przyłączają się do dwu węgli sąsiednich równoległych łańcuchów izoprenu, tworząc w ten sposób coś w rodzaju mostka.

Podczas rozciągania zwulkanizowanego kauczuku pozwijane łańcuchy izoprenu rozprostowują się, ale ponieważ są połączone ze sobą atomami siarki, nie mogą przesuwać się jeden względem drugiego. Tym właśnie tłumaczy się fakt, że zwulkanizowany kauczuk wraca do swej poprzedniej postaci po ustaniu rozciągania.

W porównaniu z surowym kauczukiem guma odznacza się dużo większą elastycznością bez obawy zniszczenia,

nie rozpuszcza się praktycznie w niczym, a ponadto ogrzana nie mięknie i nie zatraca elastyczności.

Im więcej dodać siarki do kauczuku, tym twardszy otrzymuje się produkt wulkanizacji.

Oprócz siarki do surowego kauczuku przed wulkanizacją wprowadza się jeszcze wiele innych dodatków. Są to po pierwsze przyspieszacze, czyli rodzaj katalizatorów bardzo skracających czas wulkanizacji i obniżających jej temperaturę. Dalej napełniacze, jak sadza lub kreda, potaniające sam gotowy już wyrób, barwniki, smary ułatwiające przerób. W zależności od ilościowego stosunku tych wszystkich składników, stanowiących wraz z surowym kauczukiem tzw. mieszankę, po wulkanizacji otrzymuje się gumę o różnym wyglądzie i właściwościach.

Z uwagi na trudności związane zarówno z nabyciem odpowiednich składników, jak też i wykonaniem mieszanek (konieczne są do tego specjalne urządzenia) nie będziesz mógł niestety produkować w warunkach domowych jakichś większych przedmiotów gumowych.

Jeżeli chcemy otrzymać gumę miękką, bardzo elastyczną, dodajemy do kauczuku 2—3% siarki. Wulkanizacja takiej gumy trwa zaledwie kilkanaście minut i przebiega w temperaturze 110—130°C. Jeżeli natomiast do surowego kauczuku wprowadzi się około 30% siarki i tak otrzymaną mieszaninę ogrzewać się będzie przez kilkadziesiąt minut do temperatury 180°C, to powstanie ciasto stałe, twarde, bardzo mocne i w niczym nierozpuszczalne — ebonit.

Dla chemika amatora wulkanizacja jest procesem praktycznie nieodwracalnym. Oznacza to więc, że ani

z gumy, ani tym bardziej z ebonitu kauczuku nie wydobędziesz. Z pełnym natomiast powodzeniem możesz wykonywać klej do gumy, reperować wyroby gumowe na zimno i na gorąco, a także gumować tkaniny i reperować powłoki kajaków-składaków.

Klej do gumy i łatki na zimno

Aby przygotować klej do gumy, musisz zdobyć trochę ścinków niewulkanizowanego kauczuku, a więc np. gumy indyjskiej. Gumę tę pokraj na drobne kawałeczki i w szczelnie zamykanym słoiczku zalej czystą benzyną. Jak Ci już mówiłem, nie wolno jest do celów laboratoryjnych używać benzyny samochodowej, gdyż zawiera ona silnie trujący dodatek — czteroetylek ołowiu. Na 10 g kauczuku bierzesz 100 ml benzyny. Po 24 godzinach rozpuszczania otrzymasz już jednolitą lepką ciecz. Będzie to klej, którym można reperować dętki, piłki czy obuwie gumowe. Warunkiem, aby łatka dobrze się trzymała, jest:

a) dobór odpowiedniego materiału na łatkę,

b) właściwe przygotowanie klejonych powierzchni.

Dobierając odpowiedni materiał na łatkę pamiętaj, aby miał on właściwości zbliżone do właściwości wyrobu, który sklejasz. I tak np. reperując dętkę piłki, która jest wykonana z gumy miękkiej i bardzo rozciągliwej, nie możesz łatki wykonać z gumy sztywnej, mało elastycznej.

Dalej, miejsce przeznaczone do klejenia musi być suche, czyste, o chropowatej powierzchni. A więc okolice otworu w dętce dokładnie wytrzyj z brudu i następnie



oczyść grubym papierem ściernym. W ten sposób przygotuj również i powierzchnię łatki.

Następnie oczyszczone miejsce i łatkę powlecz cienko klejem i odczekaj 15—20 minut, aż klej wyschnie, po czym jeszcze raz pokryj klejem. Po 5 minutach ponownego schnięcia nałóż łatkę, mocno ją przyciśnij i pozostaw tak przynajmniej na parę godzin.

Używając kleju do gumy musisz zwrócić uwagę na jeden bardzo istotny szczegół. Niektórzy czyszczą powierzchnię gumy przed klejeniem benzyną. Ostrzegam Cię po przyjacielsku, że postępowanie takie nie tylko nie pomaga, ale jest wręcz szkodliwe. Benzyna spęcznia przecież powierzchnię gumy i utrudnia klejowi związanie się z podłożem. Przypominam więc jeszcze raz — miejsca przeznaczone do klejenia oczyść suchą szmatką, a następnie grubym papierem ściernym lub metalową tarką.

Właściwie dobrana i prawidłowo nałożona za pomocą kauczukowego kleju łatka trzyma się bardzo dobrze. Ale niestety klej, a ściślej biorąc wytworzona z niego spoina, posiada jedną wielką wadę: jest wrażliwa na ogrze-

wanie. Pod wpływem ciepła mięknie i zatraca swą wytrzymałość.

Nie ma w tym zresztą nic dziwnego. Przecież spoina to nic innego, jak cienka błonka surowego kauczuku. Po wyparowaniu benzyny na gumie pozostaje błonka kauczukowa, a jak już wiesz, ciało to jest wybitnie termoplastyczne. Dlatego kleju kauczukowego nie możesz używać do reperacji dętek samochodowych i motocyklowych. Ogumienie to bowiem podczas szybkiej jazdy silnie się nagrzewa i łatki po prostu „puszczają".

Skoro już jest mowa o nagrzewaniu się ogumienia podczas jazdy, ciekawi mnie, czy potrafisz wyjaśnić jego przyczynę? Sądzisz pewnie, że decyduje tu tarcie opon o nawierzchnię drogi? A tymczasem w rzeczywistości jest niezupełnie tak. Proszę więc, wykonaj bardzo proste doświadczenie. Weź szeroki pasek elastycznej gumy, np. dętki rowerowej. Rozciągnij go silnie kilka razy i szybko przyłóż rozciągnięty kawałek do policzka. Poczujesz wyraźnie ciepło. Nie dziw się, że guma jest ciepła. Przecież chyba pamiętasz, że energii nie można zniszczyć. Dobra elastyczna guma da się rozciągnąć dziesięciokrotnie w stosunku do swej pierwotnej długości. Jednocześnie podczas rozciągania w gumie gromadzi się pewien zapas energii. Energia ta wydziela się w postaci ciepła podczas kurczenia się gumy. A więc nie tarcie, ale przede wszystkim nieustanne rozciąganie i kurczenie się ogumienia pojazdów w czasie drogi jest powodem ich silnego nagrzewania się.

Łatki na gorąco

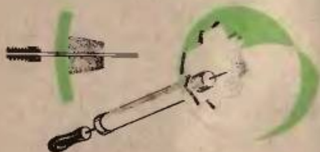


Jak już Ci wspomniałem, kleju kauczukowego z uwagi na termoplastyczność powstającej spoiny nie można używać do reperacji ogumienia samochodowego i motocyklowego. Do reperacji takich dętek stosuje się tzw. łatki na gorąco. Łatki takie, spotykane powszechnie w handlu (w sklepach z artykułami motoryzacyjnymi), składają się z plasterka mieszanki kauczukowej i metalowej miseczki napełnionej ładunkiem palnym. W skład mieszanki wchodzi surowy kauczuk, siarka oraz przyspieszacze wulkanizacji.

Plasterek tej mieszanki jedną stroną przyklejony jest do metalowej miseczki. Druga strona plasterka powleczona jest warstewką kleju i pokryta tomofanem. Wnętrze metalowej miseczki wypełnia ładunek palny, czyli sprasowane trociny drzewne nasycone azotanem potasowym. Do nakładania łatek na gorąco potrzebna jest jeszcze mała ręczna praska. Zadanie jej polega na silnym dociskaniu łatki do uszkodzonego miejsca.

Gdy chcesz nałożyć łatkę na gorąco, miejsce przeznaczone do reperacji czyścisz dokładnie papierem ściernym. Następnie z powierzchni plasterka mieszanki zdzierasz tomofan i łatkę przykładasz na oczyszczone miejsce. Aby łatkę silniej docisnąć i uniemożliwić jej przesuwanie się, zamocuj ją do dętki praską.

Teraz zapalasz trociny wypełniające miseczkę. Pod wpływem ciepła wytwarzanego przy spalaniu ładunku łatka z mieszanki kauczukowej mięknie, dokładnie przykleja się do dętki, a następnie, dzięki obecności siarki i przyspieszaczy, ulega wulkanizacji. Po 10—15 minutach odkręcasz praskę, zdejmujesz pustą już metalową miseczkę i reperacja jest zakończona. Łatka taka, nałożona na gorąco, trzyma się bardzo dobrze, a co najważniejsze — ponieważ jest wulkanizowana — nie mięknie i nie odkleja się przy ogrzaniu dętki.



Łatki na gorąco możesz kupić bez trudu, więc radzę Ci postarać się o nie, gdyż umożliwią Ci dobrą reperację wszelkiego rodzaju dętek do piłek, a również nadmuchiwanych zabawek gumowych.

Od paru już lat znajdują się w sprzedaży elektryczne wulkanizatorki do reperacji dętek samochodowych i motocyklowych. Zamiast metalowej miseczki z prasowanymi trocinami, które paląc się ogrzewają łatkę, wulkanizatorki te zaopatrzone są w małą grzałkę elektryczną

zamkniętą obudową z blachy aluminiowej. Z grzałki tej wyprowadzone są dwa przewody, które łączysz z biegunami akumulatora. Elektryczne grzałki przystosowane są do napięcia 6 i 12 V, nie wolno więc włączać ich do sieci oświetleniowej.

Aby posługiwać się wulkanizatorkiem elektrycznym, musisz posiadać jeszcze kawałeczki mieszanki kauczukowej. Mieszankę taką można kupić w zakładzie wulkanizatorskim. Mieszanka kauczukowa na łatki (zawierająca już oczywiście siarkę i przyspieszacz), wyrabiana jest w postaci cienkich czarnych lub czerwonych arkuszy osłoniętych z obu stron tomofanem.

Reperacja piłki bez dętki

Nauczę Cię teraz reperować piłkę bez dętki, wykonaną z grubej gumy.

Po znalezieniu miejsca pęknięcia lub przebicia okolice otworu oczyść dokładnie gruboziarnistym papierem ściernym. Następnie nałóż odpowiedniej wielkości i kształtu łatkę na gorąco, ściśnij całość w prasce wulkanizacyjnej i zapal trociny w miseczce lub podłącz przewody grzałki do akumulatora. Po spaleniu się już całego ładunku miseczki lub po 10 minutach pracy elektrycznej grzałki dociśnij jeszcze śrubę praski, po czym daj łatce ostygnąć pod naciskiem przez 15 minut.

Po tym czasie praskę odkręć i piłka jest już zreperowana.

Ależ tak, masz rację, piłka nie jest jeszcze całkowicie zreperowana. Co prawda otwór zabezpieczyliśmy już raz

na zawsze, ale piłka jest spłaszczona, wnętrze jej nie jest wypełnione powietrzem. Zastanawiasz się widzę, w jaki by tu sposób wprowadzić do piłki powietrze nie uszkadzając przy tym powłoki, prawda?

Istnieje na to bardzo prosty i szybki sposób. Potrzebna Ci teraz będzie gruba igła do zastrzyków. Najpier musisz znaleźć w piłce tzw. korek. Jest to okrągły lub kwadratowy kawałeczek elastycznej gumy, wklejony w powłokę piłki. Znajdziesz go łatwo macając złożoną na pół piłkę. Gdy go już znajdziesz, przebij piłkę tak, aby igła weszła do środka piłki poprzez ten korek. W celu ułatwienia przebicia gumy igłę warto jest zwilżyć gliceryną lub wodorotlenkiem amonowym. Teraz przez igłę nadmuchaj piłkę ustami lub pompką, po czym szybkim ruchem wyciągnij igłę.

Taki sposób napełniania piłki powietrzem jest prosty i niezawodny pod warunkiem, iż igłę wprowadzisz do piłki poprzez korek. Jeśli bowiem nie trafisz i igła przebije samą powłokę, wówczas otworkiem tym powoli lecz nieustannie uchodzić będzie powietrze. Natomiast korek jest bardzo elastyczny i dlatego zrobiony w nim otwór po wyjęciu igły natychmiast się zaciska.

Gumowanie tkanin i reperacja składaka

Jeśli uda Ci się nabyć niewulkanizowaną mieszaninę kauczukową, to za jej pomocą będziesz mógł wykonać również gumowanie płótna. Wiadomo, że najlepszym sposobem impregnowania płótna przeznaczonego na podłogi namiotów czy powłoki do składaków jest właśnie



gumowanie. Niestety, jeżeli chodzi o warunki amatorskie, to przeprowadzenie tego procesu jest dosyć trudne.

Fabryczne gumowanie tkanin odbywa się następująco. Na płótno maszynowo nakłada się mieszankę kauczukową rozpuszczoną w benzynie, po czym płótno poddawane jest suszeniu. Po odparowaniu benzyny pozostaje na tkaninie cienka warstewka kauczuku. Aby tę warstewkę kauczuku zwulkanizować, tkaninę wprowadza się do kotła ogrzewanego parą bądź też poddaje się działaniu par chlorku siarki. Wulkanizacja w parach chlorku siarki przebiega w temperaturze 30—40°C i trwa około pół godziny.

Pierwszą czynność, czyli pokrycie płótna roztworem kauczukowym, można przeprowadzić w warunkach domowych stosunkowo łatwo. Jak jednak wykonać wulkanizację? — Po wyparowaniu benzyny na płótnie pozostaje warstewka kauczuku, która jako niewulkanizowana, jest nietrwała i lepka. O zbudowaniu komory do wulkanizacji parami chlorku nie ma co w ogóle marzyć.

Ale nie ma jeszcze powodu do załamywania rąk, bo można postąpić w tym przypadku nieco inaczej. A mianowicie do sporządzenia roztworu kauczukowego użyj mieszanki zawierającej już siarkę i przyspieszacze wulkanizacji. Mieszanki takiej oczywiście sam nie wykonasz, lecz nabędziesz ją w zakładzie wulkanizacji, w którym służy ona jako materiał na łatki.

Kupioną mieszankę kauczukową pokraj na drobne kawałeczki, umieść w szczelnie zamykanym słoju i zalej czystą benzyną. Na początek radzę Ci sporządzić roztwór około 15%. Gdy po całkowitym rozpuszczeniu się mieszanki (trwa to około 24 godzin), stwierdzisz, że roztwór jest zbyt gęsty, wówczas rozcieńcz go nieco benzyną. Pamiętaj bowiem, że do gumowania tkanin nie można stosować roztworów zbyt gęstych, gdyż nie wnikają one dobrze w przestrzenie między włóknami tkaniny. Z drugiej jednak strony roztwory zbyt rozcieńczone zawierają bardzo mało substancji suchej. Inaczej mówiąc, po odparowaniu rozpuszczalnika na płótnie powleczonym roztworem rozcieńczonym pozostaje zbyt cienka warstewka kauczuku. Aby otrzymać warstewkę grubszą, zabieg powlekania musisz powtarzać kilkakrotnie. Zwróć jednak uwagę, aby przed przystąpieniem do ponownego powlekania roztworem warstwa poprzednia była dokładnie wysuszona.

Nie zapominaj również o dokładnym wymieszaniu roztworu przed każdym powlekaniem, gdyż w skład użytej mieszanki oprócz kauczuku wchodzą jeszcze przecież dodatki często nie rozpuszczające się całkowicie lub — jak siarka — w ogóle nie rozpuszczające się w benzynie. Dodatki te są bardzo dokładnie rozdrobnione, po wymieszaniu więc roztworu wytworzą dosyć trwałą zawiesinę. Po paru jednak godzinach zawiesina ta opadnie na dno słoika. Jeślibyś więc pokrył płótno tylko samym roztworem, to w powstającej warstewce kauczuku zabraknie substancji niezbędnych do wulkanizacji.

Po 2—3-krotnym powleczeniu, gdy powstała warstwa



posiadać już będzie odpowiednią grubość, możesz przystąpić do wulkanizacji. Jeśli powlekasz mały kawałek płótna, wówczas do wulkanizowania kauczuku wystarczy Ci żelazko do prasowania. Aby zapobiec przyklejaniu się do żelazka zmiękczonego przez ogrzewanie kauczuku, powierzchnię jego posyp cienko talkiem. Następnie połóż kartkę papieru i dopiero postaw na niej żelazko do prasowania. Musisz teraz bacznie obserwować jego temperaturę. Powinna ona wynosić 120—130°C. Włącz więc żelazko do sieci i co pewien czas zwilżonym palcem sprawdzaj, czy syczy już przy dotyku. Charakterystyczne syczenie żelazka przy dotykaniu mokrym palcem dowodzi, że osiągnęło ono już temperaturę około 120°C. Gdy posłyszysz więc syczenie, żelazko wyłącz i nadal co pewien czas przeprowadzaj próby mokrym palcem. Po paru minutach, gdyż żelazko już trochę ostygnie i przestanie syczeć głośno, włącz je ponownie do sieci, aby się dogrzało.

Postępując w ten sposób staraj się, aby temperaturę ok. 120°C utrzymać przez co najmniej 15 minut. Po tym czasie warstewka kauczuku na płótnie zostanie już zwulkanizowana, zatraci więc lepkość, a nabierze wytrzymałości.

Tak możesz gumować jednak tylko stosunkowo małe powierzchnie. Nie sposób bowiem zwulkanizować żelazkiem do prasowania całej płachty namiotowej czy powłoki składaka.

Gdybyś chciał otrzymać impregnowane płótno warstwowe, dwa kawałki tkaniny powlecz dwukrotnie, lecz tylko po jednej stronie. Po drugim powleczeniu nie susz płócien do końca, lecz przerwij je w momencie, gdy powierzchnie gumowane są jeszcze lepkie. Wówczas obie tkaniny złóż stronami powleczonymi do siebie, mocno ściśnij i przeprowadź wulkanizację. Ponieważ jednak ciepło z żelazka przechodzić teraz musi do kauczuku poprzez tkaninę, czas wulkanizacji w temperaturze 120°C musisz przedłużyć do 30 minut.

Podam Ci teraz wskazówki, w jaki sposób reperować uszkodzone powłoki kajaka-składaka.

Pracę rozpoczynasz od dokładnego oczyszczenia uszkodzonych miejsc drucianą szczotką, metalową tarką lub gruboziarnistym papierem ściernym. Czyszczenie ma na celu usunięcie brudu oraz zerwania złuszczającej się i skruszałej zewnętrznej warstewki gumy. Suche i oczyszczone miejsce powlecz następnie klejem otrzymanym przez rozpuszczenie 10 g mieszanki kauczukowej w benzynie. Po 20 minutach suszenia powlecz uszkodzone miejsce ponownie klejem i po paru minutach przyłóż przygotowaną łatę. Łatę tę wytnij z arkusza mieszanki kauczukowej. Teraz łatkę musisz silnie przycisnąć i całość zwulkanizować, ogrzewając np. żelazkiem przez 20 minut do temperatury 120°.

Skąd się bierze kauczuk?

Na zakończenie naszej rozmowy o kauczuku jeszcze parę słów o jego pochodzeniu.

Naturalny kauczuk jest przybyszem odległych egzotycznych stron. Otrzymuje się go przez ścinanie (tzw. koagulację) lateksu, czyli soku z drzew *Hevea brasiliensis* rosnących w Azji na Dalekim Wschodzie i w Ameryce Południowej. Sok z drzewa *hevea* zawiera do 30% kauczuku zawieszonego w postaci koloidalnych cząstek w wodnistej cieczy. Przez dodanie do lateksu kwasu mrówkowego następuje zbijanie się koloidalnych cząsteczek kauczuku w gąbczastą masę.

Po dokładnym przemyciu wodą masę tę rozwalcowuje się na długie cienkie pasy, które wędrują do suszenia. Po opuszczeniu suszarni pasy surowego kauczuku, zwinięte w bele i obszyte w płócno jutowe, ruszają w świat jako surowy, niewulkanizowany kauczuk.

Podkreślenie naturalności tego produktu jest konieczne, ponieważ już dziś dysponujemy ponad 50 odmianami kauczuków syntetycznych. Kauczuki te, stosowane na szeroką skalę w przemyśle chemicznym, motoryzacyjnym, lotniczym itp., otrzymywane są z węgla, ropy naftowej bądź nawet z ziemiopłodów. O istnieniu licznych odmian syntetycznego kauczuku jedynie Ci wspominam, gdyż nie jestem w stanie omówić ich wszystkich nawet najpobieżniej ani tym bardziej zapoznać Cię z metodami ich identyfikacji. W przeciwieństwie bowiem do tworzyw dotychczas poznanych identyfikacja kauczuków syntetycznych jest trudna i wymaga odpowiedniego sprzętu.

SKĄD BIERZE SIĘ KAUCZUK ?









Ponadto syntetyczny kauczuk nie nadaje się do amatorskiej obróbki.

Najważniejszymi zaletami kauczuków syntetycznych jest ich większa odporność na starzenie się, działanie wysokich temperatur, słońca oraz odporność na oleje, tłuszcze i paliwa ciekłe.

Pochodne kauczuku naturalnego

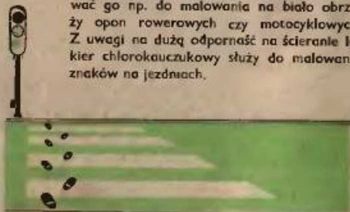
Tak więc kauczukami syntetycznymi zajmować się nie będziemy, ale warto poświęcić jeszcze parę słów pewnym bliskim krewnym kauczuku naturanego, otrzymywanym przez jego chemiczną przeróbkę.

Można to porównać do czystej celulozy i otrzymywanego z niej octanu i azotanu celulozy. I tak np. zetknąć się możesz z lakierem chlorokauczukowym lub klejem termoprenowym.

Otóż chlorokauczuk jest produktem otrzymywanym przez chlorowanie zwykłego kauczuku naturalnego w odpowiednich warunkach. Mechanizm chlorowania polega na tym, że część atomów wodoru w łańcuchach izoprenowych zastąpiona zostaje atomami chloru. W wyniku takiej reakcji otrzymuje się biały produkt stały zawierający ok. 65% chloru. Chlorokauczuk rozpuszcza się dobrze w acetonie i w rozpuszczalniku nitro. Roztwory takie służą do produkcji lakierów odpornych na działanie wody i substancji chemicznych.

O lakierze tym wspomniałem Ci dlatego że nadaje się doskonale do pomalowania sprzętu w Twoim domowym laboratorium. Podstawa statywu czy stojaczek na pro-

bówki pomalowany takim lakierem nie niszczy się i nie „obłazi" pod działaniem kwasów, ługów czy soli. Ponadto lakier chlorokauczukowy odznacza się doskonałą przyczepnością do gumy, możesz więc stosować go np. do malowania na biało obrzeży opon rowerowych czy motocyklowych. Z uwagi na dużą odporność na ścieranie lakier chlorokauczukowy służy do malowania znaków na jezdniach.



Drugą popularną odmianą chemiczną kauczuku naturalnego jest termopren, zwany również cyklokauczukiem. Produkt ten otrzymuje się działając w odpowiednich warunkach na naturalny kauczuk stężonym kwasem siarkowym. W wyniku takiego procesu powstaje twarde ciało stałe barwy czarnej. Termopren rozpuszczony w benzynie lub toluenie daje doskonały klej, umożliwiający trwałe łączenie gumy z metalami.

Pamiętaj jednak, abyś termoprenu nie pomylił z butaprenem. Butapren jest bowiem nazwą handlową doskonałego kleju do skóry, gumy i tkanin, wykonanego z syntetycznego kauczuku, zwanego chloroprenem.

4. TWARDNIEJĄ POD WPŁYWEM TLENU, CZYLI O OLEJACH, POKOSTACH I SYKATYWACH

Gdy byłem w Twoim wieku, zdarzyła mi się raz pewna bardzo nieprzyjemna historia, którą mam zamiar teraz opowiedzieć, aby Cię ostrzec przed popełnieniem takiego samego błędu.

Otóż któregoś dnia zwróciła się do mnie moja starsza siostra z prośbą o nasmarowanie maszyny do szycia, gdyż „piszczała" już i ciężko chodziła. Poszukując oliwiarki, w której zawsze był specjalny olej do mechanizmów precyzyjnych, przypomniałem sobie, że oliwiarkę tę brałem niedawno do mego roweru. Ot i nieszczęście. W ubiegłym tygodniu, gdy postawiłem rower na moment przed pocztą, jakiś łobuziak ukradł mi całą torebkę z narzędziami, no i z oliwiarką.

Niewiele się teraz namyślając, wziąłem więc maszynę do kuchni i posmarowałem ją obficie spożywczym olejem sojowym.

Siostrze szyło się tego wieczoru doskonale, a ja zapomniałem szybko o wszystkim. Tragedia zaczęła się dopiero w kilka tygodni później. Mama siada do maszyny, próbuje szyć... i ani rusz. Zaglądamy do środka, a tu dźwignie, łożyska, wszystkie ruchome przeguby pokryte są gęstą, niemal zestaloną warstewkę jakiejś żółtawo-przezroczystej mazi.

Z pomocą przyszedł dopiero wujek, który maszynę rozebrał na setki maleńkich kawałeczków, po czym każdą z tych części mył długo i starannie w terpentynie oraz benzynie. Dowiedziałem się wówczas od wujka, że to ja



byłem odpowiedzialny za taki stan maszyny, a to przez posmarowanie jej olejem sojowym.

Teraz z kolei ja Ciebie przestrzegam, abyś do smarowania jakichkolwiek mechanizmów, a zwłaszcza precyzyjnych, nie używał nigdy olejów jadalnych. Pamiętaj, że taki olej może całkowicie je unieruchomić, a nawet zniszczyć. Pytasz dlaczego?

Dlatego, że oleje spożywcze, a więc lniany, sojowy czy też rzepakowy należą do tzw. olejów schnących.

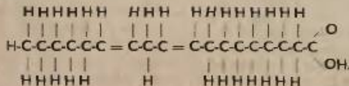
Co oznacza nazwa olej schnący, wyjaśni Ci zaraz następujące doświadczenie. — Na dwa czyste kawałeczki blachy lub szkiełka nanieś — na jedno parę kropli któregoś z wymienionych olejów spożywyczych, na drugie zaś parę kropli zwykłego oleju samochodowego. Oba szkiełka umieść na ciepłym kaloryferze lub w pobliżu pieca i pozostaw w spokoju przez kilka dni.

Już po 3—4 dniach stwierdzisz z łatwością, że olej samochodowy — poza zabrudzeniem wskutek osiadania kurzu — pozostał bez zmian i jest nadal rzadki, natomiast warstewka oleju spożywczego uległa daleko idącym zmianom. I tak, w zależności od rodzaju oleju spożywczego użytego do doświadczenia, na płytce szklanej utworzy

się sucha już i twarda błonka (olej lniany, sojowy) lub warstewka bardzo gęstej, ciągnącej się substancji (olej rzepakowy).

Aby teraz wyjaśnić, na czym polega gęstnienie lub nawet twardnienie warstewek olejów spożywczych poddanych działaniu powietrza, muszę zacząć od opisu ich budowy. Jako przykład posłuży mi olej lniany. W skład tego popularnego oleju spożywczego wchodzą różne nie nasycone kwasy tłuszczowe, jak kwas oleinowy, linolowy, linolenowy i inne.

Budowę cząsteczki kwasu linolowego podaję Ci poniżej:



Jak widzisz ze wzoru, cząsteczka tego związku zawiera dwa podwójne wiązania. Dzięki nim do łańcuchów mogą być przyłączone atomy tlenu. Atom tlenu, łącząc się od razu z dwoma łańcuchami kwasów tłuszczowych, spina je jakby i łączy ze sobą.

Ależ to jest bardzo podobne do procesu wulkanizacji! — wołasz.

Do pewnego stopnia tak. Tam rolę klamer spinających łańcuchy izoprenu spełniała siarka, tu zaś gwoździami mocującymi ze sobą łańcuchy kwasu linolowego są atomy tlenu. Olej zawierający nie nasycone kwasy tłuszczowe

nazywamy olejem schnącym, gdyż wskutek wiązania tlenu z powietrza gęstnieje on i wysycha. Natomiast olej samochodowy należy do rodziny olejów mineralnych, nie zawierających kwasów tłuszczowych, a tym samym jest olejem nieschnącym.

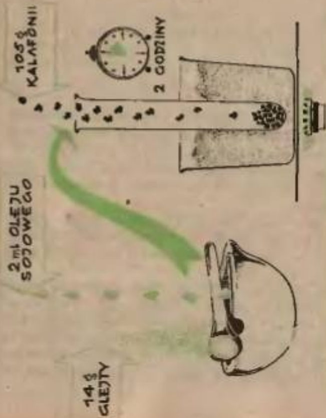
Przyspieszenie schnięcia olejów

Rzadko kiedy mamy czas i ochotę czekać 3—4 dni, aż z oleju schnącego utworzy się sucha już błonka. Dlatego też, aby przyspieszyć proces wysychania olejów, zamienia się je w pokosty.

Jednym z najpopularniejszych sposobów otrzymywania pokostów jest dodawanie do olejów na gorąco tzw. sykatywy, czyli suszki.

Pracę zaczniemy od wykonania sykatywy ołowiowej. Do zlewki ustawionej na łaźni piaskowej wsyp 105 g kalafonii i ogrzewaj powoli aż do jej stopienia. W tym czasie utrzyj w moździerzyku 14 g tlenku ołowiawego, PbO, czyli tzw. glejty, z 2 ml oleju sojowego. Zarobioną olejem glejtę dodawaj małymi porcjami do stopionej kalafonii i ogrzewanej nadal. Po dodaniu każdej porcji glejty zawartość zlewki starannie wymieszaj. Całość musisz, mieszając, ogrzewać tak długo, aż pobrana ze zlewki bagietką kropla stopu, oglądana pod światło, będzie już całkowicie klarowna. Orientacyjnie podam Ci, że ogrzewanie powinno trwać około 2 godzin. Gdy oglądana pod światło kropla suszki jest już klarowna, zawartość zlewki wylej na kawałeczek blachy. Po osty-





gnięciu otrzymasz żywicę barwy bursztynowej. Pokrusz ją dokładnie, zmiel i przesyp do słoiczka.

Mając sykatywę ołowiową, możesz już przystąpić do wykonania pokostu. Do zlewki o pojemności 100 ml, stojącej na łaźni piaskowej, wlej 20 ml oleju sojowego i ogrzej do ok. 120°C.

W moździerzyku utrzyj na pył 8,5 g sykatywy ołowiowej i dodaj ją do ogrzanego już oleju. Olej z sykatywą dokładnie wymieszaj i ogrzewaj przez 20 minut. W tym czasie ogrzej osobno do temperatury 150° 80 ml oleju sojowego, po czym wlej go do roztworu sykatywy. Teraz temperaturę mieszanin podnosisz do 220—230°C, po czym naczynie odstawiasz do ostygnięcia i już po ostudzeniu pokost jest gotowy.

Uwaga. Przy wykonywaniu sykatywy i pokostu operujesz silnie ogrzanym olejem. Pamiętaj, pracuj powoli i ostrożnie, gdyż z własnego doświadczenia mogę Cię zapewnić, że poporzenie gorącym olejem jest bardzo dotkliwe, a rany goją się całymi tygodniami.

Tak otrzymanym pokostem możesz na gorąco impregnować [drewno, zabezpieczać przed korozją dokładnie oczyszczone przedmioty metalowe lub też możesz z niego wykonać dobrą farbę olejną.

Jeżeli chcesz sprawdzić, czy Twój pokost jest dobry, tzn. czy łatwo się utlenia, to przeprowadź taką próbę — Płytkę szklaną pokryj za pomocą waty cienką, lecz równomierną warstewką pokostu, po czym połóż ją poziomo w ciepłym miejscu. Po 12 godzinach z dobrego pokostu tworzy się już błonka na tyle podsuszona, że

nie zatrzymuje się na niej pył (określamy to pyłosuchością). Natomiast po 24 godzinach schnięcia powinna powstać zupełnie już twarda błonka.

A teraz, jeśli tylko masz ochotę, możesz sporządzić sam — ysiadanego pokostu farbę olejną do malowania drewna · metali. Z góry Cię jednak uprzedzam, że uzyskanie dobrych wyników wymaga cierpliwości.

Do dużego moździerza porcelanowego wsyp 30 g bieli cynkowej lub tytanowej i 0,1 g ultramaryny, po czym całość ostrożnie, lecz dokładnie wymieszaj, ucierając drewnianym wałkiem. Następnie odmierz 30 ml pokostu i dodawaj go do moździerza powoli porcjami, ucierając cały czas powstającą pastę. Tak jak zapowiedziałem, czeka Cię teraz egzamin cierpliwości i staranności. Na to bowiem, aby otrzymać dobrą farbę, nie rozwarstwiającą się i bez grudek, ucieranie bieli cynkowej z pokostem musi trwać co najmniej 45 minut. Dopiero po trzech kwadransach powolnego, lecz nieustannego ucierania, dodajesz do moździerza 10 ml czystej benzyny — i farba jest już gotowa.

Rozumiem doskonale, że aż Cię ręce swędzą, aby farbę tę od razu „jeszcze ciepłą" wypróbować, coś nią koniecznie pomalować, ale bądź rozsądny, tak jak na chemika przystało. Farba Ci nie ucieknie, wlej ją tylko do szczelnie zamykanego naczynia, np. do puszki po kawie „Marago", i weź się do razu do porządków. Posprzątaj na stole, wytrzyj moździerz oraz wałek papierem, a resztki farby zmyj benzyną. Dopiero po zrobieniu porządków możesz postarać się o pędzel i wypróbować wykonaną farbę.

Decydując się, co pomalujesz, pamiętaj, aby próby, któ-

WIELKA RODZINA POLI



re Tobie przyniosą radość komuś innemu nie wyrządziły szkody, a przeciwnie — były pożyteczne.

Zajmiemy się teraz rodziną popularnych tworzyw sztucznych, których niejako rodzinną cechą jest mięknienie pod wpływem ogrzewania. W odróżnieniu od poznanego już galalitu, pochodnych celulozy czy kauczuku, tworzywa, z którymi obecnie wykonywać będziemy do-

świadczenia, są od A do Z dziełem rąk ludzkich. Tu przyroda nie dostarczyła żadnego półproduktu, lecz jedynie proste surowce, jak węgiel, wodę, powietrze, sól kuchenną.

W poprzednim rozdziale miałeś do czynienia niejako z gotowymi cegłami, teraz mieć będziesz zaledwie glinę, piasek, żwir i wodę.

Nieplastyczna „masa plastyczna"

W licznych swoich listach niejednokrotnie używałeś pojęcia „plastyk". Oczywiście, wiem o tym dobrze, w życiu codziennym bakelit, galalit, polichlorek winylu czy polietylen określa się krótko mianem „plastyk". W ten sposób mamy plastykowe podłogi, obudowy do radioodbiorników, skrzynki telefonów, popielniczki, pudełka, pończochy, płaszcze itd., itd.

Jeżeli jednak zastanowisz się chociaż przez chwilę, to od razu dojdziesz do przekonania, że — jak to mówią —



coś tu nie gra, że po prostu do jednego wspólnego worka wrzucono różne towary.

Zgodzisz się przecież ze mną, że nazwa „masa plastyczna" powinna oznaczać pewien rodzaj substancji, której podstawową właściwością jest plastyczność. Oznacza to, że substancję tę można łatwo giąć, rozciągać, ściskać, słowem nadawać jej dowolne kształty. Spróbuj jednak dokonać tego z jakimkolwiek wyrobem bakelitowym, np. ze słuchawką telefoniczną, melaminowym rozgałęźnikiem, szyldzikiem gniazda czy też popielniczką. Dowolnie długo możesz przedmioty te ściskać, giąć czy też rozciągać, one jednak niezmiennie zachowywać będą swe kształty i wymiary, chyba że użyjesz siły zbyt dużej, wówczas zamiast jednego kwałka bakelitu w postaci np. popielniczki, otrzymasz kilka lub kilkanaście drobniejszych co będzie już oczywistym dowodem, że bakelit nie jest plastyczny. Podobnie smętnie zakończą się prowadzone na siłę próby kształtowania np. obudowy skutera osa czy białego kubka melaminowego.

No dobrze — możesz na to odpowiedzieć — ale przecież zamiast nadmiaru siły należy przede wszystkim użyć ciepła.

Zgoda, spróbuj. Po ogrzaniu do temperatury 100 — 110°C melaminowy kubek czy talerz nadal nie nabierze plastyczności. Natomiast ogrzany powyżej tej temperatury wydaje bardzo nieprzyjemną woń, po czym, niezależnie od tego, czy Ci się to podoba czy też nie, zwęgli się, a nie zmięknie i nie uplastyczni się.

Widzisz więc teraz naocznie, że termin „masa plastyczna" użyty w stosunku do bakelitu czy melaminy jest



całkowicie błędny i nieuzasadniony. Ponieważ ciał takich, jak bakelit i melamina jest znacznie więcej, o wiele więc słuszniej jest wszystkie te ciała nazywać **tworzywami sztucznymi**.

Przypuszczam, że teraz już dostatecznie jasno zrozumiałeś błędność nazwy „plastyk", i jak na chemika przystało, od tej chwili będziesz używał zawsze terminu poprawnego — tworzywa sztuczne.

Dwa rodzaje opakowań

Pytałeś mnie kiedyś, jak to jest z tymi poszczególnymi nazwami tworzyw sztucznych. Nie będę ukrywał, że dzieje się tam nie najlepiej. W tej dziedzinie panuje po prostu swoisty bałagan.

Musisz bowiem pamiętać, że w przypadku tworzyw sztucznych mamy do czynienia z dwoma rodzajami nazw. Jedne z nich to nazwy chemiczne, drugie zaś handlowe



(zwyczajowe). Mówi się więc ebonit, guma, galalit, bakelit, jak również mówi się polichlorek winylu, polietylen, polimetakrylan metylu. Pierwsze cztery nazwy są to nazwy handlowe, zwyczajowe, ogólnie przyjęte i stosowane. Niestety, nie mówią one nic o skła-

dzie i charakterze chemicznym tych tworzyw. Takie natomiast nazwy, jak polichlorek winylu czy polistyren brzmią może nieco niezrozumiale dla laika, ale — jak się niedługo przekonasz — wskazują od razu, z jakich związków zbudowane jest dane tworzywo.

Oba te rodzaje nazw można by porównać do opakowania towaru: pierwsze są jak kartonowe, szczelne pudełka uniemożliwiające zajrzenie do środka, drugie to przezroczyste tomofanowe folie, przez które dokładnie widać, jaki towar i w jakiej ilości znajduje się wewnątrz paczki. Dlatego to musisz się pogodzić z istnieniem opakowań kartonowych obok przezroczystych i zapamiętać, że np. pleksiglas i polimetakrylan metylu albo igelit i polichlorek winylu to dwie różne nazwy dla tych samych produktów.

5. *BARDZO KOPCĄCY PŁOMIEŃ, CZYLI O POLISTYRENIE*

A oto pierwszy przedstawiciel rodziny „poli" — tworzywo o nazwie polistyren. Nie wiem, jak daleko sięgają Twoje wiadomości z chemii organicznej i dlatego też nie orientuję się, czy nazwa polistyren mówi Ci cokolwiek.

Do sprawy samej nazwy tworzyw powrócę w wolnej chwili, teraz zaś, proszę Cię, postaraj się o próbki polistyrenu. Nie sprawi Ci to chyba większej trudności, z tworzywa tego bowiem wyrabiane są dziś bardzo liczne przedmioty użytku codziennego, jak zabawki, pudełeczka na papierosy, oprawki szczotek do zębów, grzebienie,

klipsy, solniczki, kieliszki do jajek, a ostatnio nawet tacki, bańki na mleko, dzbanki i rolki do fotograficznych błon zwojowych. Niech Cię jednak nie zaskoczy różnorodność zewnętrznego wyglądu tych przedmiotów. Wyroby z polistyrenu mogą być zupełnie bezbarwne i przezroczyste jak szkło bądź kolorowe i przezroczyste, bądź wreszcie barwne, lecz mętne, nieprzejrzyste.

Identyfikacja

Doświadczenie rozpocznij od identyfikacji.

W tym celu kawałek wyrobu, który podejrzewasz, że jest wykonany z polistyrenu, włóż do wrzącej wody. Jeśli natychmiast po wyjęciu wyrób jest wyraźnie miękki, masz już 50% pewności, iż jest to polistyren.

Jednak 50% pewności to jeszcze nie 100% pewności, a więc bądź ostrożny z wygłaszaniem wniosków ostatecznych.




Do dalszej identyfikacji starym zwyczajem zaprzęgnij teraz mały płomyk, bystre oko i czułe powonienie. (Czyż nie przychodzi Ci w tym momencie na myśl, iż chemika muszą cechować niektóre zalety te same co i indiańskiego wodza?)

Zapal maleńki nieświecący płomyczek gazowy lub lampkę spirytusową i w dolnej, zewnętrznej części płomienia umieść kawałeczek polistyrenu. Tworzywo to już po chwili zapala się, a wyjęte z płomienia płonąć będzie nadal **bardzo silnie kopcącym płomieniem**. Jednocześnie wydzielać się będzie charakterystyczny słodkawy za-

pach. Baczniejsza obserwacja płomienia polistyrenu pozwoli Ci na stwierdzenie, że ma on żółtopomarańczową barwę.

Zapamiętaj więc dobrze następujące szczegóły: barwa płomienia żółtopomarańczowa, płomień bardzo silnie kopcący i słodkawa woń. Wszystkie te oznaki są charakterystyczne dla wyrobów polistyrenowych, zupełnie niezależnie od ich przezroczystości, barwy czy też przeznaczenia.

Podpowiadasz mi w tym momencie, że mówiąc o zachowaniu się badanej próbki zapomniałem dodać, iż mięknie ona po ogrzaniu we wrzącej wodzie.

Nie, ja nie zapomniałem o tym. Widzisz, mięknienie pod wpływem ogrzewania nie jest wcale indywidualną cechą polistyrenu, lecz charakterystyczną właściwością całej rodziny „poli", z powodu której wszystkie tworzywa należące do tej rodziny nazywamy termoplastycznymi.

Na wstępie tego rozdziału pytałem, czy mówi Ci coś nazwa polistyren. Ponieważ jak dotąd nie kwapisz się z odpowiedzią, wymieńmy sobie wspólnie najpopularniejszych członków rodziny „poli".

Mamy więc:

polietylen
polimetakrylan metylu
polistyren
polichlorek winylu
policzterofluoroetylen
poliwęglany
poliestry.

A więc, jak słusznie zauważyłeś, najczęściej są to nazwy

konkretnych związków chemicznych. Cóż jednak oznacza ten stojący na pierwszym miejscu człon „poli"?

Otóż ten człon nie jest stawiany bynajmniej przypadkowo. Mówi on, że dane tworzywo powstało w wyniku łączenia się ze sobą dziesiątek i setek tysięcy cząsteczek związku podstawowego, czyli w wyniku polimeryzacji. Taki związek podstawowy zwiemy monomerem. Skoro zaś cząsteczki monomeru połączone zostaną w cząsteczki-olbrzymy, wówczas powstaje już tworzywo sztuczne — polimer.

A oto przykład. Cząsteczka związku chemicznego etylenu jest monomerem. Jeśli teraz zostaną ze sobą połączone w długie łańcuchy setki tysięcy cząsteczek etylenu, wówczas otrzymasz polimer, tworzywo sztuczne o nazwie polietylen. Podobnie, gdy połączysz cząsteczki chlorku winylu (monomeru), otrzymasz tworzywo sztuczne — polichlorek winylu, gdy styren — polistyren itp.

A więc, jak widzisz, nazwa chemiczna tworzywa sztucznego od razu sama mówi, z jakich cząsteczek monomeru powstało dane tworzywo. Człon „poli" informuje zaś, że masz do czynienia nie z luźnymi cząsteczkami monomeru, lecz z ogromnym zespołem połączonych ze sobą cząsteczek.

Wspólną cechą wszystkich tworzyw sztucznych należących do rodziny „poli" jest wyraźne mięknienie i uzyskiwanie plastyczności po ogrzaniu. Dlatego też ostrzegałem Cię, aby nie mówić „hop", dopóki rowu nie przeskoczyłeś. Wyraźne mięknienie po zanurzeniu we wrzącej wodzie świadczy jedynie, iż badana próbka wykonana jest z tworzywa, którego nazwa zaczyna się członem „poli".

Widzę jednak po Twojej minie, że jesteś trochę innego zdania. Rozumujesz bowiem tak: skoro mam próbkę bezbarwnego, przezroczystego tworzywa i skoro próbka ta ogrzana wyraźnie zmięknie, to chyba nie ulega wątpliwości, że mam do czynienia z polistyrenem.

A jednak okazuje się, że nie zawsze. Musisz bowiem pamiętać, że poza polistyrenem istnieje jeszcze wiele innych tworzyw sztucznych bezbarwnych, przezroczystych i mięknących po ogrzaniu. Ot, chociażby tak już dzisiaj popularny polimetakrylan metylu, zwany w mowie potocznej „pleksi".

Tworzywo to jest również termoplastyczne, jednak w płomieniu zachowuje się zupełnie inaczej. Ponieważ o pleksi pomówimy obszerniej w jednym z następnych rozdziałów, teraz wspomnę jedynie, że to tworzywo wyjęte z płomienia pali się również, lecz zupełnie nie wydziela przy tym sadzy. Radzę Ci więc dla porównania zapalić kawałeczek polistyrenu, a następnie kawałeczek pleksi.

Oprócz termoplastyczności i charakterystycznego zachowania się w płomieniu polistyren możesz jeszcze odróżnić od pleksi na podstawie próby rozpuszczalności. Otóż najlepszym i najszybciej działającym rozpuszczalnikiem dla polistyrenu, nie rozpuszczającym jednak pleksi, jest trójchloroetylen, czyli popularne „tri" — płyn służący do wywabiania plam. Gdybyś miał trudności ze zdobyciem „tri", poproś o radę swego nauczyciela, który doradzi Ci, czym i jak można zastąpić ten rozpuszczalnik.

Rozpuszczanie polistyrenu

Ponieważ normalne przetwórstwo polistyrenu jest w Twoich domowych warunkach niewykonalne, radzę zapoznać się z licznymi praktycznymi zastosowaniami roztworów tego tworzywa.

Postaraj się o około 20—25 g polistyrenu. Mogą to być perełki czy też wszelkie odpadki dowolnego koloru. Jeżeli użyjesz odpadków, np. szpulki od błony fotograficznej czy szczątków złamanego grzebienia, wówczas rozdrobnij je dokładnie młotkiem. Potem zważ je i wsyp do szczelnie zamykanego słoiczka. Następnie do słoiczka tego na każde 15 g polistyrenu wlej 100 ml tri. Polistyren wypływa natychmiast na powierzchnię cieczy i jego kawałeczki poczynają się sklejać. Aby nie dopuścić do sklejenia się wszystkich kawałeczków w jedną bryłę, która dopiero powoli ulegnie rozpuszczeniu, zawartość słoiczka musisz energicznie mieszać.

Przy omawianiu identyfikacji wspomniałem Ci już, że polistyren szybko rozpuszcza się w tri. Musisz jednak pamiętać, że to „szybko" dotyczy związków organicznych i że nie można tego porównać z szybkością rozpuszczania się np. soli kamiennej czy sody w wodzie. Na to, aby polistyren rozpuścił się całkowicie, potrzeba 4—6 godzin i to przy częstym mieszaniu.

Klejenie

Weź różnego gatunku i grubości paski papieru, tektury, kartonu, kawałeczki drewna, blachy i wykonaj jak

największą ilość prób klejenia za pomocą naszego roztworu. A więc połącz roztworem polistyrenu papier z papierem, kartonem, drewnem, metalem; tekturę z drewnem, kartonem itp. rozliczne kombinacje. Przy klejeniu obie powierzchnie pokrywaj cienko klejem, czekaj 1—2 minuty i dopiero wtedy przykładaj do siebie. Klej z polistyrenu wiąże szybko, lecz spoina nabiera pełnej wytrzymałości dopiero po 6—8 godzinach.

Badając następnego dnia wykonane próbki z łatwością stwierdzisz, że najlepsze wyniki daje łączenie klejem polistyrenowym papieru, tektury, kartonu oraz tych materiałów z drewnem. Natomiast łączenie drewna z drewnem bądź metalu z metalem nie daje już dobrych wyników.

Dzięki dużej sile wiązania przez klej polistyrenowy papieru, kartonu, tektury, jak również tych materiałów z drewnem oraz dzięki dużej wodoodporności tak powstałych spoin, klej ten oddaje bardzo cenne usługi modelarzom.

Ale na tym nie koniec. Klej polistyrenowy pozwala na wykonanie przedmiotów tzw. metodą oklejania. A więc jeśli chcesz wykonać np. model okrętu, na drewniany szkielet nakładasz warstwami papier, klej i znowu papier, aż powstanie powłoka pożądanej grubości. Powłoka taka odznacza się bardzo dużą wytrzymałością mechaniczną.

Jeżeli przewidujesz, że sklejony przedmiot będzie ulegał częstemu zginaniu, wówczas spoinę polistyrenową musisz uplastycznić, czyli zmiękczyć. W tym celu do roztworu polistyrenu w tri dodasz kilka procent zmiękczacza. Zmiękczaczami mogą być takie estry, jak octan amylu, etylu itp. Jak Ci już mówiłem, estry te wchodzą w skład rozpuszczalnika nitro, płynu służącego do rozcieńczania lakierów nitrocelulozowych. Rozpuszczalnik ten jest do nabycia w każdym sklepie z farbami.

Gdy zdobędziesz już rozpuszczalnik nitro, dodaj go po 2—3 ml na każde 100 ml gotowego już kleju. Tak zmiękczony klej schnie i wiąże trochę wolniej, ale za to spoina nabiera znacznej elastyczności.

Impregnacja i lakierowanie

10 ml kleju polistyrenowego (obojętnie czy plastyfikowanego czy też nie) rozcieńcz 2 ml tri. Do otrzymanego roztworu zanurz paski papieru i bibuły, wyjmij je i poczekaj, aż wyschną. Po 2—3 godzinach otrzymasz papiery gazo- i wodoszczelne, stanowiące ponadto doskonałą izolację elektryczną. Ponieważ papier taki ma również dużą wytrzymałość na rozrywanie w stanie mokrym, jest więc doskonałym materiałem dla modelarzy na samoloty, latawce itp.

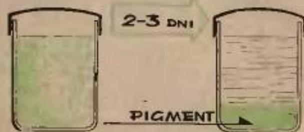
Aby się o tym naocznie przekonać, wykonaj następne doświadczenie — Z tego samego gatunku papieru wytnij możliwie identycznej szerokości 4 paski długości 10 cm. Jeden pasek złóż na pół, w zgięciu umieść haczyk z drutu, po czym oba końce uchwyć palcami. Teraz na haczyk zawieszaj kolejno coraz większe ciężarki aż do zerwania papieru. Powiedzmy, że pasek Twój wytrzyma obciążenie 50 g. Weź teraz pasek drugi, pomocz go przez godzinę w wodzie, po czym zbadaj jego wytrzymałość.

Okaże się, że zerwie się już przy obciążeniu 10 g. Takie same próby wykonaj z dwoma paskami papieru nasyconymi roztworem polistyrenu i wysuszonymi. Z łatwością stwierdzisz, że papier zaimpregnowany roztworem polistyrenu nie traci zupełnie wytrzymałości nawet po godzinnym moczeniu w wodzie. Sam chyba rozumiesz, jak ważne jest to przy budowie modeli statków, szybowców czy latawców.

Wykonaj teraz inną próbę. Na kawałku czystego papieru nakreśl kilka znaków miękkim ołówkiem i piórem, po czym kawałek ten zanurz w roztworze polistyrenu. Po wyparowaniu tri otrzymasz papier, na którym powstała przezroczysta, bardzo trwała błonka doskonale przylegająca do papieru. W ten prosty sposób możesz utrwalić wszelkie napisy jak też i sam papier uodpornić na ścieranie, wilgoć i kurz. Jak zaznaczyłem, powłoka ta jest przezroczysta, ale dodajmy jeszcze, że pod pewnym warunkiem. Mianowicie do wykonania roztworu musisz użyć polistyrenu też bezbarwnego i przezroczystego. Gdy jednak takiego nie masz, możesz użyć i nieprzezroczystego, lecz poprzednio trzeba go poddać pewnemu zabiegowi.

W tym miejscu muszę Ci wspomnieć o dwu metodach barwienia polistyrenu. Pierwsza z nich to stosowanie barwników rozpuszczal-

nych. Po ich dodaniu podczas produkcji polimeru powstaje przezroczyste tworzywo zabarwione w całej masie. Takiego tworzywa w Twoich warunkach odbarwić się nie da. Drugi natomiast sposób barwienia polistyrenu polega na dodawaniu do niego również podczas produkcji pigmentów, czyli nierozpuszczalnych barwnych proszków, np. bieli cynkowej czy zieleni chromowej. Oczywiście tworzywo barwione tą metodą jest zupełnie nieprzezroczyste. Niemniej jednak w pewien sposób z takiego tworzywa możemy otrzymać roztwór przezroczysty.



W tym celu polistyren musisz rozpuścić w dużej ilości tri (3 g polistyrenu na 100 ml tri), aby otrzymać rzadki płynny roztwór. Gdy roztwór ten zostawisz w zupełnym spokoju przez 2—3 dni, to na dno opadnie pigment, a nad nim zbierze się warstewka bezbarwnego i przezroczystego roztworu. Po ostrożnym zlaniu i zagęszczeniu przez odparowanie tri otrzymasz potrzebny Ci gęsty i przezroczysty roztwór.

Roztwory polistyrenu z dodatkiem estrów (zmiękczone)



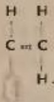
są doskonałymi lakierami do wyrobów tekturowych, papierowych, kartonowych, jak również drewnianych. Lakier taki przyda Ci się bardzo w pracach modelarskich, introligatorskich czy plastycznych do wykańczania powierzchni najrozmaitszych przedmiotów.

Z czego i jak otrzymywany jest polistyren?

Sądzę, że już z samej nazwy domyślasz się, i słusznie, iż polistyren jest ciałem powstającym w wyniku polimeryzacji cząsteczek monomeru, którym jest styren.

Zwróć, proszę, uwagę na przedstawioną poniżej wzorem strukturalnym budowę cząsteczki styrenu:

H H
C = C
H.



W normalnych warunkach czysty styren jest to bezbarwna, klarowna i ruchliwa ciecz o charakterystycznym silnym zapachu, wrząca w temperaturze 146°C.

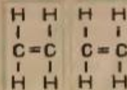
Po dokładnym oczyszczeniu, cząsteczki monomeru skłania się odpowiednimi metodami do polimeryzacji.

Pytasz, w jaki sposób „namawia" się cząsteczki styrenu, aby zechciały łączyć się w długie łańcuchy?

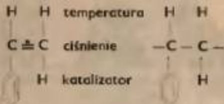
Musisz zapamiętać, że istnieją trzy czynniki ogólnie decydujące o czasie trwania procesów polimeryzacji. Są to: temperatura, ciśnienie oraz katalizatory.



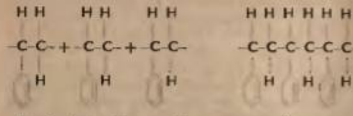
Pod wpływem któregoś z tych czynników lub, jak to się obserwuje w praktyce, najczęściej pod wpływem kombinacji wszystkich trzech, w cząsteczkach styrenu zachodzą na pozór drobne, lecz bardzo istotne zmiany. Oto pękają wiązania podwójne występujące normalnie pomiędzy atomami węgla w łańcuchu bocznym (oznaczone gwiazdką). W rezultacie pomiędzy tymi dwoma atomami węgla powstaje tylko wiązanie pojedyncze, a za to oba te atomy uzyskują po jednej wolnej wartościowości.







Dzięki temu powstaje cząsteczka aktywna, zdolna do łączenia się z innymi, również jak i ona uaktywnionymi cząsteczkami. Uaktywnione cząsteczki styrenu poprzez atomy węgla łączą się ze sobą tworząc bardzo długie łańcuchy.



I to już jest polimer, czyli w tym przypadku tworzywo sztuczne polistyren.

Najczęściej spotykanym problemem, przed którym staje chemik amator czy też modelarz, jest sposób łączenia polistyrenu.

Zabieg ten musisz stanowczo rozpocząć od identyfikacji. Jeśli na podstawie analizy płomieniowej stwierdzisz, iż masz do czynienia z polistyrenem, wówczas przystępujesz do wykonania kleju. W tym celu 10 g polistyrenu rozpuszczasz w 10 ml toluenu lub tri.

Miejsce przeznaczone do klejenia powlekasz klejem, czekasz 3—4 minuty, aż klej przeschnie, po czym oba elementy silnie ze sobą ściskasz. Jeśli zależy Ci na otrzymaniu szczególnie mocnego złącza, wówczas powlekanie klejem i suszenie powierzchni musisz przeprowadzić dwukrotnie.

Po złączeniu powierzchni przedmiot musi schnąć ściśnięty co najmniej przez 12 godzin. Jeśli zaś zamiast roztworu w toluenie użyjesz roztworu w tri, to czas suszenia wyniesie 24 godziny.

Powierzchnie przedmiotów z polistyrenu zmatowiałe



POLIMER

lub porysowane możesz bardzo łatwo wypolerować. Do tego celu najlepiej jest używać proszku lub pasty do zębów oraz kawałeczka filcu. Polerowanie będzie trwać o wiele krócej, jeśli krążek filcu osadzisz w uchwycie wiertarki lub na wałku silniczka elektrycznego.

Pamiętaj jednak, aby podczas polerowania nie dociskać zbyt mocno tarczki do polistyrenu, gdyż łatwo może się nadtopić.

AMATORSKA OBRÓBKA POLISTYRENU



W pracach modelarskich często zachodzi też konieczność wiercenia otworów w przedmiotach polistyrenowych. W tych przypadkach pamiętaj, aby wiertłu nie nadawać zbyt szybkich obrotów. Przy obrotach powyżej 100–120 na minutę polistyren rozgrzewa się i nadtapia. Powstający otwór jest wtedy nierówny, a co gorsze, na skutek lokalnych przegrzań, w polistyrenie powstają naprężenia. Powodują one pękanie przedmiotu w okolicy otworów. Dlatego wiertło musi obracać się powoli, a ponadto musi być chłodzone wodą z mydłem.

Lekki styropian

Przypominam sobie, że w jednym ze swoich listów pytałeś mnie, co to jest styropian i jak go samemu otrzymać.

Otóż styropianem nazywamy bardzo porowate tworzywo sztuczne otrzymywane z polistyrenu. Produkuje się je w postaci bryłek lub dużych płyt. Na wystawach sklepowych często widzi się estetyczne dekoracje wykonane właśnie ze styropianu. Ostatnio styropian ukazał się w sprzedaży detalicznej.

Lekki, miękki styropian jest wymarzonym materiałem dla modelarzy. Gotowe wyroby można malować na dowolne kolory lakierami nitro. Ponadto styropian jest wprost idealną izolacją cieplną.

Uprzedzam Cię jednak z góry, że otrzymanie styropianu w domu nie będzie łatwe. Prawdopodobnie za pierwszym razem Ci się to nie uda i próby trzeba będzie powtórzyć. Poza tym sądzę, że otrzymany materiał modelarski nie będzie tak lekki i jednorodny, jak otrzymywany fabrycznie. Jest to jednak cenny surowiec do majsterko-



wania, zachęcam Cię więc do wypróbowania własnych sił.

Styropian wykonasz z odpadów polistyrenu, zużyjesz „wałęsające" się po domu wszystkie zniszczone przedmioty polistyrenowe niezależnie od ich koloru. Jeśli nie jesteś pewien, czy dany element jest zrobiony z tego tworzywa sztucznego, to wykonaj znaną Ci już analizę płomieniową.

Zgromadzony polistyren musisz teraz jak najdokładniej rozdrobnić. Im drobniej będzie zmielony, tym lepszy i jednorodniejszy otrzymasz produkt. Sposób rozdrobnienia pozostawiam Twojej pomysłowości. Możesz wykorzystać do tego celu np. stary moździerz kuchenny.

Rozdrobniony i przesiany polistyren zmieszaj teraz dokładnie ze środkiem, który powoduje tworzenie się porów w Twoim styropianie. Takim „porotwórczym" środkiem, zwanym fachowo poroforem, może być węglan amonowy $(NH_4)_2CO_3$, kwaśny węglan amonowy NH_4HCO_3 lub kwaśny węglan sodowy $NaHCO_3$. Ponieważ węglan amonowy, jak też i kwaśny węglan amonowy wchodzą w skład proszków do pieczenia ciasta, możesz z powodzeniem wykorzystać ten właśnie produkt handlowy. Natomiast kwaśny węglan sodowy to znów nic innego, jak popularna soda oczyszczana, znajdująca się w każdej domowej apteczce. A więc przy domowej produkcji styropianu nie powinieneś mieć większych kłopotów z odczynnikami.

Ilość użytego poroforu w stosunku do ciężaru polistyrenu powinna wynosić 10—15%.

Wszystkie wymienione substancje ogrzane do temperatury 80°C ulegają rozkładowi z wydzieleniem dużych ilości produktów gazowych.

Po dokładnym wymieszaniu przychodzi chwila najważniejsza, ale zarazem i najtrudniejsza. Oto mieszaninę trzeba ogrzewać przez godzinę w temperaturze około 180°C. Nie koniec na tym, ogrzewana mieszanina musi być umieszczona w formie pod prasą. Pewną tego imitacją będzie szczelnie zamykane metalowe naczynie, np. puszka po kawie „Marago". Po całkowitym napełnieniu ubitą mieszaniną, pudełko zamknij szczelnie i obwiąż drutem albo nawet zalutuj. Właśnie ta konieczność ogrzewania mieszaniny w formie ogranicza Twoje domowe możliwości otrzymywania porowatego polistyrenu.

Podczas ogrzewania następuje rozkład poroforu, przy czym wydzielające się gazy nasycają stopiony już w tej temperaturze polistyren.

Po godzinnym ogrzewaniu naczynie powoli ostudź i wtedy nadchodzi ostatni, najefektowniejszy etap, którym jest ogrzewanie nasyconego gazami polistyrenu. W tym celu tworzywo wyjęte z ostudzonego pudełka umieść na 30—40 minut przyciśnięte w gotującej wodzie.



Pod wpływem podwyższonej temperatury polistyren silnie mięknie, a uwięzione w nim mikropęcherzyki gazu powodują puchnięcie, jakby rośnięcie całej mieszaniny. W wyniku ogrzewania w wodzie otrzymasz porowaty polistyren, czyli właśnie styropian.

Pamiętaj jednak, że ogrzewanie da tylko wówczas rezultat, jeżeli uprzedni proces rozkładu poroforu był przez Ciebie starannie przeprowadzony. Inaczej mówiąc, jeżeli podczas rozkładu poroforu gazy nie zostały uwięzione w polistyrenie, lecz uszły na zewnątrz, to oczywiście późniejsze ogrzewanie w wodzie nie da rezultatu oczekiwanego przez Ciebie na pewno z niepokojem i ciekawością.

Gdzie i w jakich warunkach nie powinien „pracować" polistyren?

Jak Ci już na wstępie wspomniałem, wiele niepowodzeń i rozczarowań z tworzywami sztucznymi wynika z naszej własnej winy, ponieważ niewłaściwie je użytkujemy.

Widziałem kiedyś, jak pod imbryk z wrzątkiem podkładano wykładzinową płytkę polistyrenową, po czym okropnie narzekano, „że ten plastyk jest taki nietrwały i paczy się". Sam chyba rozumiesz, że przedmioty polistyrenowe nie mogą pracować w temperaturze powyżej 70°C. Woda, kwasy, ługi, sole, nafta i oleje nie szkodzą zupełnie temu tworzywu. Natomiast ciecze i ich pary takie jak benzyna, toulen, tri, aceton i estry rozpuszczają i niszczą polistyren.

6. BLISKI KREWNY PARAFINY, CZYLI O POLIETYLENIE

Któż nie zna tak przecież dziś modnych miękkich, nie tłukących się bidonów, rozmaitych butelek, flaszeczek na perfumy będących zarazem rozpylaczami, różnokolorowych korali, cytrynek-śmigusówek, wielobarwnych i o różnych kształtach koszyczków, banieczek, kubeczków do mycia zębów, mydelniczek, miseczek, rurek, folii, torebek, bo nawet miękkich kanistrów na benzynę stanowiących szczyt marzeń miłośników turystyki. Niektóre z tych wyrobów są mlecznobiałe lub prześwitujące, inne zaś posiadają żywe, jasne, bądź też subtelne pastelowe kolory.

Na pytanie, z czego są one wykonane, najczęściej słyszysz odpowiedź — z plastyku. Ponieważ, jak wiesz dobrze, określenie to jest błędne i nic właściwie nie mówiące, pomogę Ci zdobyć nieco wiadomości o tworzywie sztucznym, z którego produkowane są dziś wyżej wymienione przedmioty.

Identyfikacja

Postaraj się o kawałeczek cienkiej folii lub rurki, jeden koralik albo część zniszczonego koszyczka lub butelki.

Zapal palnik gazowy lub lampkę spirytusową i starą wypróbowaną metodą do jej płomienia wprowadź posiadaną próbkę. Od razu zauważysz, że badane tworzywo jest termoplastyczne oraz dosyć łatwo palne, gdyż wprowadzone do płomienia zapala się w nim szybko. Próbka



wyjęta z płomienia pali się dalej i bez trudu zauważysz, że wierzchołek płomienia palącego się tworzywa jest niebieski, spód zaś wyraźnie żółty. Po chwili palenia z próbki poczną kapać przezroczyste krople stopionej substancji. Jednocześnie poczujesz specyficzny, dobrze znany ostry zapach palonej parafiny.

Ze wszystkich tych objawów możesz wysnuć wniosek, iż masz do czynienia z termoplastycznym tworzywem sztucznym, którego nazwa brzmi — polietylen.

Aby z monomeru powstał polimer

Interesuje Cię, widzę, sprawa pokrewieństwa polietylenu z parafiną i w związku z tym pytasz, czy na charakterystycznym zapachu wydzielającym się podczas palenia kończą się wspólne cechy obu wymienionych substancji?

O nie. Wspominając o pokrewieństwie polietylenu z parafiną miałem na myśli znacznie poważniejsze dowody niż zapach podczas palenia, który może być czystym zbiegiem okoliczności. Przykładowo Ci podam, że z tworzywa, o którym będziemy rozmawiali w następnym rozdziale, podczas palenia wydziela się silny zapach bardzo zbliżony do zapachu hiacyntów.

Monomerem, a więc podstawową cegiełką, z której

otrzymujemy polietylen, jest etylen, którego cząsteczka ma wzór:



$$H_2C = CH_2 .$$

W normalnej temperaturze i pod zwykłym ciśnieniem etylen jest bezbarwnym gazem o duszącej eterycznej woni. Etylen słabo rozpuszcza się w wodzie, wrze w temperaturze —103,7°.

Patrząc na wzór etylenu domyślasz się, że jego cząsteczki, dzięki podwójnemu wiązaniu występującemu pomiędzy atomami węgla, powinny być podatne do polimeryzacji. Podobnie sądzili i chemicy 40 lat temu, przystępując do prób spolimeryzowania etylenu. Poza prostą budową cząsteczki szczególnie zachęcający był jeszcze fakt, że etylenu jako produktu ubocznego dostarczają w wielkich ilościach rafinerie ropy naftowej.



Jednak przez wiele lat etylen zdawał się wręcz drwić z chemików i ich usiłowań. Po prostu łącząc czyli polimeryzując etylen otrzymywano lepką, półstałą masę nie znajdującą praktycznie żadnego zastosowania.

Pomyślne wyniki uzyskano dopiero stosując podczas polimeryzacji ogromne ciśnienie sięgające 3000 atmosfer. W takich dopiero warunkach z gazu etylenu przez jego polimeryzację otrzymano białawe ciało stałe o wyjątkowo cennych właściwościach. A oto one: polietylen pływa po wodzie, jest bowiem bardzo lekki; jego ciężar właściwy wynosi 0,9 G/cm³, ale jego lekkość bynajmniej nie idzie w parze z brakiem odporności i wytrzymałości; chemiczna

odporność polietylenu na działanie wody, ługów, kwasów, soli mineralnych i wielu żrących substancji jest ogromna.

Konieczność stosowania przy polimeryzacji bardzo wysokich ciśnień i nadzwyczaj starannie oczyszczonego monomeru sprawiały, iż jeszcze kilka lat temu polietylen był drogi, a tym samym nie mógł znaleźć szerszego zastosowania.

Nie wiem, czy pamiętasz, kto i za co otrzymał w r. 1963 najzaszczytniejszą nagrodę naukową w dziedzinie chemii? A więc przypomnę Ci. Nagrodę Nobla otrzymali dwaj uczeni — Niemiec K. Ziegler i Włoch G. Natta za prace nad katalizatorami stosowanymi przy produkcji tworzyw sztucznych. To właśnie dzięki odpowiedniemu doborowi katalizatorów etylen polimeryzuje już pod normalnym ciśnieniem.

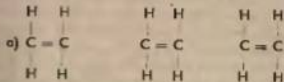
Nic więc dziwnego, że z chwilą odkrycia odpowiednich katalizatorów cena polietylenu ogromnie spadła, a produkcja poważnie wzrosła.

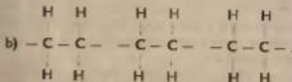
Najważniejszym źródłem dostarczającym nam dziś taniego etylenu są tzw. gazy krakingowe. Po oddestylowaniu z ropy naftowej benzyny i nafty, ciężkie pozostałości poddaje się tzw. krakingowi, czyli rozpadowi termicznemu. Proces ten polega na ogrzewaniu ciężkich pozostałości ropy naftowej do 300°C pod wysokim ciśnieniem i w obecności katalizatora. W tych warunkach kilkudziesięcioatomowe cząsteczki węglowodorów rozpadają się na wiele cząsteczek liczących kilkanaście, a nawet tylko kilka atomów węgla.

W mieszaninie produktów pokrakingowych 30% stanowią różne związki nie nasycone, w nich znajdują się duże ilości etylenu. Po wydzieleniu tego gazu i wstępnym oczyszczeniu etylen kierowany jest do polimeryzacji.

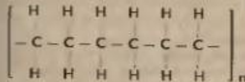


Pod wpływem działania katalizatorów w cząsteczkach etylenu pękają wiązania podwójne i dzięki temu oba atomy węgla w cząsteczce zyskują wolne wartościowości.





Z kolei tak uaktywnione cząsteczki poczynają się łączyć w długie łańcuchy



liczące setki ogniwek.

No i wyjaśniła się już sprawa powinowactwa polietylenu z parafiną. Przecież jedna i druga substancja zbudowana jest z długich prostych łańcuchów węglowodorowych. Ponadto zarówno polietylen, jak i parafinę tworzą cząsteczki związków nasyconych.

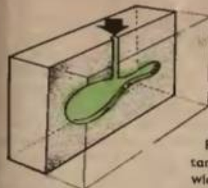
Przetwórstwo polietylenu w fabryce i w domu

Dzięki znanej Ci już termoplastyczności, a nawet i topliwości polietylen daje się bardzo łatwo przerabiać. Najczęściej stosowaną metodą przy przerobie tego tworzywa jest tzw. wtrysk.

Ponieważ nie jestem pewien, czy znasz tę popularną metodę przerobu, opiszę Ci ją w paru słowach. A więc ogrzany do 175° polietylen zostaje stopiony i pod wysokim ciśnieniem wtłoczony do odpowiedniej zimnej metalowej formy, w której natychmiast krzepnie przybierając pożądany kształt.

Przedmioty pełne z polietylenu można również formować przez zwykłe prasowanie. W tym przypadku metalowe formy napełnia się rozdrobnionym polietylenem, formę zamyka, mocno ściska i ogrzewa do 140°C. W temperaturze tej polietylen staje się już wystarczająco plastyczny i lepki, aby dokładnie wypełnić formę i spoić się w jedną całość.

Pytasz, a w jaki sposób produkowane są przedmioty polietylenowe wewnątrz puste, a więc chociażby butelki, manierki, kanistry. Przecież wyrobów takich nie da się otrzymać metodą wtrysku ani tym bardziej prasowania,



gdyż w jaki sposób można by później wyjąć ze środka rdzeń? Podoba mi się Twoje pytanie. Na jego podstawie widzę, że umiesz trzeźwo patrzeć i praktycznie analizować różne sytuacje.

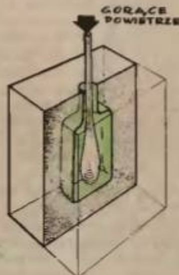
Właśnie wzrost zapotrzebowania na różne wyroby polietylenowe przyczynił się do opracowania jeszcze jednej metody przetwórstwa tego tworzywa, którą jest rozdmuchiwanie. Wyobraź sobie dwudzielną, czyli składającą się z dwu połówek metalową formę kształtu kanistra. Polietylen służący do produkcji takiego kanistra ma postać grubościennej rury. Odpowiedniej długości odcinek takiej rury zostaje zamknięty pomiędzy ściankami formy i jednocześnie przez specjalny przewód wtłaczane jest do środka odcinka rury polietylenowej gorące, sprężone powietrze. Gorące powietrze rozdmuchuje rurę zupełnie jak bańkę mydlaną, przy czym zmiękczony ciepłem polietylen wypełnia dokładnie każdy zakamarek formy.

Przedmioty produkowane metodą rozdmuchiwania możesz bardzo łatwo poznać po tzw. rąbku, czyli szwie biegnącym symetrycznie wzdłuż całego wyrobu. Ów szew jest śladem miejsca zetknięcia się obu połówek formy, w której dany przedmiot został wyprodukowany. Spróbuj

tak dla wprawy odnaleźć taki szew na jakimkolwiek wyrobie tego typu.

Czas jednak zająć się domowymi metodami obróbki tego tworzywa. Niestety jedyną metodą łączenia tego tworzywa jest spawanie. Zapamiętaj to dobrze, że nie ma dobrego rozpuszczalnika do polietylenu, jak również nie ma kleju do trwałego jego łączenia. Dotykając lekko ogrzanych przedmiotów polietylenowych odnosisz wrażenie, jak gdyby były one tłuste, podobne w dotyku np. do świecy. Prawda? Wrażenie to potęguje jeszcze fakt, że woda zupełnie nie zwilża najdokładniej nawet umytych powierzchni polietylenowych. Radzę Ci, sprawdź to doświadczalnie.

Ten właśnie rodzaj powierzchni tworzywa sprawia, iż żaden ze znanych klejów nie wykazuje dobrej przyczepności do polietylenu. A więc, jak Ci już wspomniałem, do łączenia polietylenu stosować możesz jedynie spawanie, o którym będzie mowa w rozdziale 10.



Jeżeli teraz chodzi Ci o amatorskie formowanie

przedmiotów z polietylenu, to z powodzeniem posługiwać się możesz dwudzielną formą gipsową. Formę taką posmaruj od środka lekko olejem, napełnij drobno pokrojonymi odpadkami polietylenu, zamknij, po czym powoli ogrzewaj. Gdy w temperaturze 140—150° kawałeczki tworzywa już zmiękną i nabiorą lepkości, wówczas obie połówki formy musisz silnie docisnąć. Powolne studzenie formy powinno odbywać się również pod stałym naciskiem.

Polietylen można barwić jedynie w masie. A więc gotowy już polimer miesza się z odpowiednimi pigmentami i poddaje przeróbce. Gotowego wyrobu żadnym sposobem zabarwić nie można.

Z wielkimi trudnościami związane jest również malowanie polietylenu.

O tym, że tworzywo to daje się łatwo ciąć nożem i nie wymaga polerowania, nie muszę Ci już chyba opowiadać.

Właściwe użytkowanie wyrobów polietylenowych

W butelce, manierce czy też kanistrze polietylenowym spokojnie możesz przechowywać wszelkie najbardziej nawet stężone kwasy, nie wyłączając fluorowodorowego, najbardziej żrące alkalia czy też najagresywniejsze sole.

Naczynia polietylenowe nie boją się smarów, olejów roślinnych, acetonu, estrów, tri, słowem wszelkich zimnych rozpuszczalników organicznych. Zapamiętaj natomiast, że polietylen rozpuszcza się powoli i ulega zniszczeniu pod wpływem gorącego (wrzącego) toluenu i ksylenu.

Ponadto „wałkowany" przez nas krewniak parafiny, jako typowy przedstawiciel rodziny „poli", silnie ogrzany mięknie, a więc nie wymagaj, aby np. butelka napełniona wrzątkiem nie wyginała się w palcach jak guma.

W przeciwieństwie do igelitu polietylen nie sztywnieje tak na mrozie i nie ulega starzeniu się, czego objawem dla igelitu jest twardnienie oraz kruszenie. Dlatego też polietylen nadaje się o wiele lepiej od igelitu np. na rurki doprowadzające paliwo w samochodach i motocyklach.

Z wszelkich wyrobów polietylenowych polecam Ci zwłaszcza sprzedawane często w sklepach chemicznych bardzo cienkościenne rury wykonywane z tego tworzywa. Takie dużej średnicy rury wykonane z folii polietylenowej pozwalają na całkowicie hermetyczne przechowywanie różnych artykułów, co jest bardzo cenne np. podczas wypraw kajakowych. Ponieważ jednak wiąże się to z łączeniem metodą spawania, o opakowaniu takim pomówimy obszerniej w rozdziale 10.



7. SZKŁO ORGANICZNE, CZYLI O POLIMETAKRYLANIE METYLU

Po omówieniu popularnych i spotykanych na każdym kroku termoplastycznych tworzyw sztucznych przyszła kolej teraz na pleksi, czyli polimetakrylan metylu. Sądzę, że i tym razem nie będziesz miał większych trudności z wymienieniem przedmiotów wyrabianych dziś z tego tworzywa. Osłony kabin pilotów, okienka batyskafów, oprawy okularów, rączki do parasolek, uliczne osłony świetlówek, wiatrochrony motocyklowe, obudowy aparatów pomiarowych, galanteria domowa, tak, masz rację, to tylko kilka przykładów zastosowania pleksi.



Dzięki doskonałej przezroczystości, bezbarwności, nadzwyczaj estetycznemu wyglądowi i świetnym właściwościom mechanicznym oraz elektrycznym pleksiglas zdobył nie tylko tytuł króla elegancji wśród wszystkich tworzyw sztucznych, ale też i ogromne zastosowanie praktyczne.

Czyż jednak sam fakt nabycia kawałeczków pleksi podziała jak czarodziejska pałeczka i zapozna Cię ze wszystkimi cechami, właściwościami i wadami tego tworzywa? Zapewne nie. Przecież, aby móc w pełni wykorzystać maksimum zalet jakiegoś ciała, musisz to ciało najpierw dokładnie poznać.

Zacznij jak zawsze od nauki rozpoznawania. A więc weź ścinek pleksi i wprowadź go ostrożnie do małego, nieświecącego płomienia gazowego lub lampki spirytusowej. Po krótkiej chwili ogrzewania próbka pocznie się palić. Szybko wyjmij ją z płomienia i bacznie obserwuj. Zauważysz więc, że próbka mimo wyjęcia z płomienia nie gaśnie, lecz nadal się pali. Płomień pleksi jest u nasady niebieskawy, wyżej żółtawy. Początkowo tworzywo to pali się spokojnie, po silniejszym jednak nagrzaniu w płomieniach pojawiają się drobniutkie, lecz dobrze widoczne iskierki. Dymu podczas palenia się nie zaobserwujesz. Zapamiętaj dobrze ten szczegół, gdyż brak dymu w czasie palenia odróżnia pleksi od polistyrenu. Jak pamiętasz, polistyren paląc się wydziela bardzo pokaźne ilości czarnego dymu, z którego po chwili palenia unoszą się w powietrzu duże cząstki sadzy.



Co prawda i barwa płomienia polistyrenu jest różna od barwy płomienia pleksi, ale są to szczegóły trudne do zaobserwowania jeszcze przy braku odpowiedniej wprawy. Natomiast to, czy płomień kopci czy nie, stwierdzić jest bardzo łatwo. Ponadto podczas palenia się pleksi wyczujesz wyraźny, raczej przyjemny, słodkawy zapach przypominający woń hiacyntów. Woń ta jest charakterystyczna dla monomeru, z którego otrzymuje się pleksi, to jest dla metakrylanu metylu.

Domyślam się, że na widok sąsiednich wzorów chemicznych masz w tej chwili wielką ochotę przerzucić od razu te kilka kartek książki. Proszę bardzo, oczywiście, możesz to zrobić tym bardziej, że wiesz, iż ja się o tym nie dowiem. Tyle tylko, że chciałem Ci właśnie zaproponować samodzielne wykonanie prostych przedmiotów z pleksi. Nie, nie żadne tam piłowanie, gięcie czy toczenie, lecz w pełni tego słowa produkcję chemiczną. Skoro jednak już sam widok paru wzorów tak Cię przestrasza, no to chyba nie...

A co, więc jednak decydujesz się spróbować?

Obiecuję Ci, że wiadomości teoretycznych będzie bardzo niewiele, ot tyle tylko, aby Twoja rola nie ograniczała się do bezmyślnego mieszania „łyżką w rondlu".

Pleksi jest tworzywem sztucznym otrzymywanym przez polimeryzację monomeru metakrylanu metylu. Stąd też pochodzi oficjalna, chemiczna jego nazwa — polimetakrylan metylu. Ponieważ jednak nazwa ta jest długa, a ponadto jeszcze i trudna do wymówienia, jak już wspomniałem, w mowie potocznej przyjęła się handlowa nazwa tego tworzywa — pleksiglas lub po prostu w skrócie — pleksi.

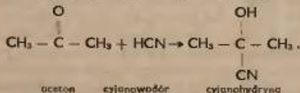
Aby uniknąć zbędnych pytań i niepotrzebnych rozczarowań, poniżej podam Ci, z czego i jak produkowany jest pleksi. Sam następnie osądź, czy to jest realne w domowych warunkach.

Otóż podstawowymi surowcami najczęściej dziś stosowanymi do produkcji tego tworzywa jest aceton oraz



cyjanowodór, gaz stanowiący gwałtowną bardzo silną truciznę.

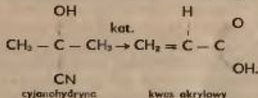
Działając cyjanowodorem w obecności katalizatora na aceton otrzymujemy najpierw cyjanohydrynę:



$$CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3+HCN\rightarrow CH_3-\underset{\underset{\displaystyle CN}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}}-CH_3\,.$$

aceton cyjanowodór cyjanohydryna

Drogą katalitycznego zmydlania i uwodorniania cyjanohydrynę przeprowadza się w kwas akrylowy:



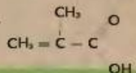
$$CH_3-\underset{\underset{\displaystyle CN}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle OH}{|}}{C}}-CH_3\xrightarrow{kat.}CH_2=\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{C}-C\begin{matrix}O\\ \\OH.\end{matrix}$$

cyjanohydryna kwas akrylowy

Dalej należy atom wodoru stojący przy środkowym

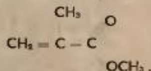


atomie węgla zastąpić rodnikiem metylowym — CH_3 i wówczas powstanie kwas metakrylowy o wzorze:



$$CH_2=\overset{\overset{\displaystyle CH_3}{|}}{C}-C\begin{matrix}O\\ \\OH.\end{matrix}$$

Ale na tym bynajmniej jeszcze nie koniec. Teraz kwas ten należy zestryfikować, czyli podziałać na niego alkoholem metylowym. Powstaje wówczas ostateczny półprodukt, monomer, metakrylan metylu. Budowa jego cząsteczki jest następująca:



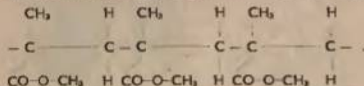
$$CH_2=\overset{\overset{\displaystyle CH_3}{|}}{C}-C\begin{matrix}O\\ \\OCH_3.\end{matrix}$$

Jest to ciecz o specyficznym zapachu hiacyntów, wrząca w temperaturze 100°C.

Polimeryzację metakrylanu metylu prowadzi się przez dodawanie do monomeru katalizatora oraz ogrzewanie.

Ponieważ cząsteczki metakrylanu metylu zawierają jedno podwójne wiązanie, przebieg polimeryzacji będzie odbywał się podobnie jak w przypadku styrenu, etylenu czy chlorku winylu. A więc pod wpływem ogrzewania i związków ułatwiających polimeryzację w cząsteczkach

monomeru pękają podwójne wiązania i następuje łączenie się tak uaktywnionych cząsteczek w długie łańcuchy:



Rozbiórka, czyli depolimeryzacja

Aby zapoznać się nieco bliżej z wyglądem i właściwościami monomeru, jak też i jego polimeryzacją, musisz przystąpić do otrzymania tego związku. Niestety, jak już zdążyłeś się chyba zorientować, nie da się go otrzymać wprost z wymienionych surowców.

Ale od czegóż spryt i pomysłowość chemika? Zaraz się przekonasz, że sprawa otrzymania monomeru, metakrylanu metylu, jest prosta i niemal dla każdego dostępna. Pomoże Ci tu proces odwrotny do polimeryzacji, a mianowicie depolimeryzacja. Po prostu mając pleksi przeprowadzisz jego depolimeryzację termiczną, czyli rozkład pod wpływem temperatury na monomer i tą drogą uzyskasz metakrylan metylu. Mówiąc obrazowo, w celu uzyskania cegieł rozbierzesz jakieś stare rudery.



350°C

POLIMER

MONOMER

Aby przeprowadzić taką rozbiórkę, musisz przede wszystkim wyszperać odpowiednie ruiny, czyli postarać się o odpady pleksi. Barwa i przezroczystość użytych odpadów nie odgrywają tu żadnej roli.

Aparatura, w której przeprowadzisz depolimeryzację, składać się będzie z palnika, łaźni piaskowej, kolby destylacyjnej, statywu, termometru oraz chłodnicy wodnej.

Na łaźni piaskowej, pod którą stoi palnik, umieść kolbę destylacyjną. Po umocowaniu jej w statywie napełnij ją drobno potłuczonymi kawałeczkami pleksi. W korku zamykającym szyjkę kolby destylacyjnej umieść termometr, tak aby zbiorniczek rtęci sięgał środka kolby. Z kolei boczne odprowadzenie kolby destylacyjnej połącz z chłodnicą wodną i u jej wylotu ustaw odbieralnik. Gdy aparatura jest już zmontowana, rozpocznij ogrzewanie. Temperatura wnętrza kolby musi osiągnąć 300—350°C. Już przy ogrzaniu do ok. 200°C zauważysz wyraźne mięknienie i jakby nadtapianie się kawałeczków pleksi.

Gdy temperatura przekroczy 250°C, w kolbie poczną się tworzyć dymy. Po ustaleniu się już temperatury powyżej 300°C do chłodnicy przechodzić zaczną i tam się skraplać pary metakrylanu metylu. Związek ten powstaje właśnie w wyniku termicznej depolimeryzacji, rozkładu pleksi.

Ogrzewanie łaźni piaskowej przerwij, gdy cały zapas pleksi w kolbie ulegnie rozkładowi, a z wylotu chłodnicy przestanie już uchodzić ciekły monomer.

Czyszczenie cegieł

Mówiąc poprzednio o depolimeryzacji odpadków pleksi, proces ten porównałem do rozbiórki ruin. Właśnie wykonałeś tę pracę i oto masz już pojedyncze cegły — cząsteczki metakrylanu metylu. Ale w odbieralniku znajduje się jakaś mętna, żółtawobrązowa „zupa". Widzę, że stoisz bezradnie i nie bardzo wiesz, co robić dalej, a jednocześnie masz do mnie jak gdyby lekki żal.

Powiedz mi więc, mój kochany, czy wygląd zewnętrzny nowych, czystych cegieł nie różni się od wyglądu rumowiska gruzu? Jak podczas rozbiórki domu oprócz otoczonych zaprawą cegieł całych otrzymasz, trochę połówek i drobnego gruzu, tak też w przypadku depolimeryzacji termicznej oprócz cząsteczek monomeru powstaje pewna ilość różnych produktów ubocznych. One to właśnie zanieczyściły Twój monomer i nadały mu ową żółtą barwę oraz mętność.

Aby monomer uwolnić od tych zanieczyszczeń, musisz go poddać procesowi destylacji. W tym celu surowy metakrylan metylu wlej do kolbki destylacyjnej ustawionej na trójnogu z siatką azbestową. **Pamiętaj, że kolby destylacyjnej nie należy nigdy napełniać ponad $^3/_4$ jej pojemności.** Zanim jeszcze szyjkę kolby zamkniesz korkiem z osadzonym w nim termometrem (o zakresie do 120°C), wrzuć do kolbki parę drobnych kawałeczków fajansu lub szamotu. Porowate te kawałeczki zapobiegać będą przegrzewaniu się cieczy przy dnie oraz zapewnią spokojne, równomierne wrzenie cieczy.

Boczny wylot kolbki destylacyjnej połącz z zamocowaną



w statywie chłodnicą wodną. Staraj się teraz powoli i równomiernie ogrzewać kolbkę. Gdy temperatura osiągnie już ok. 80°C, w chłodnicy poczną się skraplać pierwsze pary. Nie przerywając powolnego ogrzewania, obserwuj wskazania termometru. Skoro temperatura wyniesie już 97°, postaw świeży odbieralnik i zbieraj w nim spływającą z chłodnicy ciecz aż do chwili, gdy termometr wskaże 100°. A więc, wyrażając się fachowo, będziesz zbierał frakcję destylującą w granicach temperatur 97—100°C.

Zebrany w odbieralniku metakrylan metylu jest już teraz czysty jak ta przysłowiowa łza.

Uwaga, uwaga — polimeryzacja

Masz już wydobyte z gruzów i oczyszczone cegły, możesz więc teraz zabawić się w murarza i spróbować wznieść z nich jakiś budynek.

Z góry Cię jednak uprzedzam, iż wszelka rozbiórka jest o wiele łatwiejsza niż budowanie. Podobnie jest z metakrylanem metylu. Depolimeryzację termiczną przeprowadza się łatwo, szybko, natomiast proces budowania tworzywa, czyli polimeryzacja monomeru trwa długo, a uzyskać dobre wyniki w warunkach domowych jest trudno.

Nie sądzę jednak, abyś się z góry zraził pewnymi trudnościami. Pomyśl tylko, za chwilę możesz zostać dowódcą potężnej armii. Na Twój jeden rozkaz setki tysięcy, ba, miliony cząsteczek, niczym karni żołnierze na mustrze, poczną się ustawiać i łączyć w długie łańcuchy. Doprawdy, warto jest dowodzić w takich ćwiczeniach i otrzymać samodzielnie wykonany kawałek pleksi.

Polimeryzację metakrylanu metylu przeprowadzić możesz w dwojaki sposób. Pierwszy polega na dodaniu do monomeru katalizatora, którym jest nadtlenek benzoilu, ogrzewaniu całości, aż zgęstnieje, i wlaniu do formy. Tak spolimeryzowane pleksi jest bezbarwne i przejrzyste.

Możesz jednak postąpić inaczej. Mianowicie monomer mieszasz z polimerem, ogrzewasz i ciepłą mieszaniną napełniasz odpowiednią formę. Bezsprzecznie ta druga metoda polimeryzacji jest łatwiejsza, ale za to nigdy nie otrzymasz w ten sposób bezbarwnego i przejrzystego tworzywa. Dlatego też moja osobista rada jest następująca. Jeżeli chcesz otrzymać np. cienką, przezroczystą płytkę czy pręt z pleksi, to stosuj polimeryzację metodą pierwszą. Gdy natomiast nie zależy Ci na przezroczystości lub chcesz wręcz zabarwić dany wyrób pigmentami, wówczas prowadź polimeryzację mieszaniny monomeru z polimerem.

Pracę musisz rozpocząć od przygotowania odpowiednich form. Sądzę bowiem, że czyściutki monomer (metakrylan metylu) od dawna stoi już na półeczce.

Aby otrzymać pleksi w postaci płytek, formę wykonaj z dwu kawałków tafli szklanych. Na bardzo starannie umytą szybę szklaną połóż wzdłuż jej trzech krawędzi cienką rurkę gumową, po czym przykryj ją drugą taką samą czystą i suchą szybką. Teraz wykonaj z drutu lub drewna sześć klamerek, którymi ściśniesz obie szyby wraz z gumą. Grubość użytej rurki gumowej decyduje o rozstawie ścianek formy, a tym samym i o grubości przyszłej płytki z pleksi. Aby otrzymać zupełnie cienkie płytki z pleksi, do wykonania formy użyj gumy do wentyli rowerowych.

Jeżeli natomiast chcesz otrzymać z pleksi pręty, wówczas formą będzie zwykła rurka szklana. Oczywiście jej wewnętrzne ścianki oczyść przeciągając zamocowany na drucie tampon waty, po czym zamknij szczelnie jeden wylot korkiem.

No, a teraz zajmiemy się nareszcie pracami zupełnie już chemicznymi.

Do ćwierćlitrowej kolbki szklanej wlej 110 ml oczyszczonego przez destylację metakrylanu metylu, po czym wsyp 0,1 g nadtlenku benzoilu. Potrząsaj kolbką, aby płyn wymieszać, i to tak długo, aż cała porcja dodanego katalizatora rozpuści się już w monomerze.

Następnie kolbę postaw na łaźni wodnej, a jej wylot zatkaj korkiem, w którym osadzona jest pionowo chłodnica wodna. Tak ustawioną chłodnicę nazywamy chłodnicą zwrotną, gdyż skroplone w niej pary zawracają ponownie do naczynia, w którym prowadzisz ogrzewanie. Dzięki chłodnicy zwrotnej nie ponosisz strat cieczy ogrzewanej w kolbce. Zapomniałem Ci jeszcze wspomnieć, że monomer możesz zabarwić przed polimeryzacją przez rozpuszczanie w nim odpowiedniego barwnika.

Wodę w łaźni ogrzewaj do temperatury 80°C, a zawartość kolbki mieszaj przez jej częste wstrząsanie.



Ale uwaga, teraz nie możesz nigdzie odchodzić od ogrzewanej kolbki i bacznie ją musisz obserwować, gdyż zachodząca w niej polimeryzacja jest reakcją egzotermiczną. Wskutek tego w pewnej chwili monomer tak się ogrzeje, że może począć wrzeć. Gdyby to nastąpiło, zdejmij natychmiast kolbę z łaźni i ostudź ją zimną wodą.

Ogrzewanie monomeru w kolbie ma za zadanie zapoczątkowanie polimeryzacji. Bez trudu zauważysz, że w miarę ogrzewania wzrasta stopniowo lepkość roztworu w kolbce. Gdy ciecz uzyska już konsystencję gliceryny (po około 40 minutach ogrzewania), ostudź szybko kolbę zimną wodą, po czym syropowatą ciecz wlej do przygotowanej formy szklanej. Przy tej czynności uważaj, aby jak



najmniej powstało trudnych do usunięcia pęcherzyków powietrza. Formę szklaną zaklej możliwie jak najszczelniej papierem lub celofanem i postaw w ciepłym miejscu (np. przy kaloryferze lub za piecem) na 3—4 dni.

Czas całkowitego twardnienia polimeru zależy od temperatury. Przykładowo podam Ci, że 2—3 mm płyty pleksi twardnieją całkowicie po 4 dniach ogrzewania do temperatury 40°C.

Jeśli wszystko wykonałeś starannie, to po paru dniach czeka Cię zasłużona nagroda. Zdejmiesz klamry ściskające tafle szklane, polejesz tafle gorącą wodą i już spomiędzy okładzin szklanych wyjmiesz jasną, przezroczystą płytkę pleksi. Wyobrażam sobie doskonale, jak dumny będziesz z tego kawałka zupełnie samodzielnie wykonanego tworzywa.

Jeżeli z kolei spolimeryzowanym na syrop monomerem napełniłeś rurkę szklaną, to niestety trzeba ją będzie teraz stłuc, gdyż nie ma innej możliwości wydobycia z niej utwardzonego pręta z pleksi. Gdybyś miał zamiar polimeryzować pleksi w rurce szklanej, to radzę Ci, weź do tego celu rurkę możliwie cienką i długą. Z takim bowiem prętem z pleksi będziesz mógł przeprowadzić następnie bardzo ciekawe doświadczenie.

Skoro nie zależy Ci na przezroczystości wyrobu (np. pręta lub kostki) lub gdy chcesz go wręcz zabarwić odpowiednim pigmentem, przeprowadź polimeryzację metodą drugą.

Postaraj się najpierw możliwie jak najdokładniej rozdrobnić i przesiać parę kawałeczków pleksi.

Do zlewki wlej 11 ml monomeru metakrylanu metylu i dosypuj małymi porcjami 2 g sproszkowanego pleksi. Jeśli chcesz, aby przyszły wyrób był zabarwiony, to na 1,4 g sproszkowanego pleksi weź 0,2 g pigmentu, np. sadzy, ultramaryny lub minii i całość wymieszaj na sucho.

Po dodaniu już do monomeru całej ilości sproszkowanego pleksi szybko wymieszaj wszystkie składniki w zlewce i masę tę wlej do przygotowanej formy. Uprzedzam Cię jednak, że musisz się spieszyć, gdyż monomer zmieszany z polimerem stosunkowo szybko zaczyna polimeryzować, tworząc galaretowatą masę, którą trudno jest wlewać do formy.

Podobnie jak poprzednim razem, formy napełnione wstępnie spolimeryzowanym monomerem szczelnie zamknij i umieść na parę dni w ciepłym miejscu. Jeżeli Ci się jednak bardzo spieszy, to napełnioną formę możesz ogrzewać przez 5—6 godzin, ale do temperatury 80°C. W taki właśnie przyspieszony sposób wykonywane są protezy dentystyczne. Ciastowatą masą, powstałą z zarobienia sproszkowanego polimeru ciekłym monomerem, napełnia się odpowiednią formę gipsową, zamyka ją i ogrzewa przez parę godzin.

Proponuję Ci teraz wykonanie ciekawych doświadczeń z polimetakrylanem metylu. Jeśli się nawet za pierwszym razem nie udadzą, to nie zrażaj się tym i powtórz je jeszcze raz. Poznanie własnych błędów i nabranie wprawy — to będzie właśnie zapowiedziany pożytek.







Jeżeli bacznie obserwowałeś zachowanie się płonącej próbki pleksi, zauważyłeś zapewne, iż miejsce stykające się z płomieniem staje się bardzo miękkie. Stąd też płynie logiczny wniosek, że tworzywo to jest termoplastyczne. Tak też jest w rzeczywistości, gdyż należy ono do rodziny „poli". Do temperatury 70—80°C pleksi nie zmienia swych właściwości mechanicznych, jest mocne i twarde. Ogrzewane jednak dalej już przy 90°C poczyna lekko mięknąć, a ogrzane do 140°C mięknie zupełnie. W tej to temperaturze pleksi nie topi się jeszcze, lecz daje się doskonale formować.

Z zachowania tego płyną dla Ciebie dwie rady praktyczne. Po pierwsze, jeżeli nie chcesz, aby przedmioty wykonane z pleksi uległy zniszczeniu, nie dopuszczaj do nagrzania ich do temperatury przekraczającej 70°C. Dalej domyślasz się chyba, iż formowanie pleksi trzeba

przeprowadzać na gorąco. Aby proces ten dokładnie poznać, przeprowadź, proszę, takie doświadczenie.

W naczyniu z wrzącą wodą zanurz pasek z pleksi. Po paru minutach pasek wyjmij i postaraj się go szybko zgiąć. Zabieg ten uda Ci się tylko częściowo. Po pierwsze bowiem pleksi poddaje się dosyć trudno, a po drugie szybko stygnie twardniejąc.

Widzisz więc, iż temperatura 100°C, do jakiej możesz ogrzać pleksi we wrzącej wodzie, jest do jego formowania nieco jeszcze za niska.

Nie radzę Ci jednak ogrzewać tego tworzywa bezpośrednio nad płomieniem lub nawet kuchenką elektryczną. Pleksi, jak większość tworzyw sztucznych, jest bowiem złym przewodnikiem ciepła. Przy ogrzewaniu nad płomieniem zewnętrzna warstwa może się nawet stopić, podczas gdy wnętrze będzie jeszcze prawie zimne. Prowadzi to do deformacji i zniszczenia, a często nawet zapalenia się tworzywa.

Aby tego uniknąć, umieść skrawek pleksi w naczyńku z olejem. Najlepiej jest do tego użyć zwykłego oleju jadalnego, który jest jasny i przezroczysty, lub gliceryny. Ogrzewanie naczynia z olejem prowadź powoli. W tym czasie przygotuj monetę 50-groszową, kawałek deseczki, ołówek oraz kubeczek z wodą. Monetę wrzuć do naczynia z olejem, a gdy temperatura oleju dojdzie już do 140°C, wyjmij z niego pasek pleksi i połóż na deseczce. Teraz szybko wyjmij z oleju monetę, połóż ją orzełkiem skierowanym do gorącego pleksi i jak najsilniej przyciśnij monetę ołówkiem. Po około 1 minucie, nie zmniejszając nacisku na ołówek, monetę i pasek pleksi polej wodą.

Po wytarciu paska do sucha zobaczysz wyraźnie wklęsłe odbicie orzełka.

Z kolei wykonaj bardzo efektowane doświadczenie ilustrujące dobitnie bardzo cenne własności optyczne pleksi. Gdybym Cię spytał, czy promienie świetlne można przeprowadzać przez zgięte rurki, niczym wodę przez powykręcany wąż gumowy, sądzę, że zaprzeczyłbyś mi z oburzeniem. Ale, braciszku, przyjdzie Ci zmienić zdanie.

Potrzebny Ci teraz będzie wykonany poprzednio cienki pręt z pleksi. Aby doświadczenie się udało, trzeba najpierw oba końce pręta dokładnie wypolerować.



Zacznij więc od wyrównania czołowych płaszczyzn pilnikiem o drobnym zębie, a następnie jak najdrobniejszym papierem ściernym. Gładkie i teraz już tylko matowe powierzchnie wypoleruj trąc filcem posmarowanym pastą polerowniczą do metalu lub zwykłą pastą do zębów. Chodzi o to, aby czołowym powierzchniom pręta nadać przezroczystość i lustrzany połysk.

Gdy już uporasz się z polerowaniem, ogrzej w naczyniu olej lub glicerynę do temperatury 140 C i umieść w nim pręt z pleksi. Ogrzany, a więc uplastyczniony już pręt wygnij np. w kształt litery S, unikając oczywiście zginania pod kątem prostym. Teraz weź latarkę kieszonkową i jej szkiełko szczelnie osłoń czarnym papierem, w którym wytnij otworek dokładnie odpowiadający średnicy pręta z pleksi.

W ciemnym pokoju zapal latarkę i wstaw jeden koniec zgiętego pręta w otwór w papierze.

Widzisz jaki wspaniały wywołałeś efekt?

Powyginany pręt z pleksi „przewodzi" światło niczym rurka gumowa wodę. Te ciekawe właściwości optyczne pleksi wykorzystywane są m.in. w medycynie. Odpowiednio wygiętym prętem pleksi, wzdłuż którego przebiega promień świetlny, lekarz oświetla podczas badań przełyk, wnętrze ucha, jamę nosową.

Sądzę, że ciekawy efekt optyczny zgiętego pręta pleksi wynagrodzi Ci z nawiązką niemały trud włożony w jego wykonanie.

Aby już zakończyć z własnościami optycznymi pleksi, dodam jeszcze, że dzięki doskonałej przepuszczalności promieni świetlnych, a także obróbce o wiele prostszej i tańszej niż obróbka szkła, tworzywo to służy dziś do wyrobu soczewek, pryzmatów i innych zespołów optycz-



nych. Z pleksi wykonywane są również okulary stykowe. Są to małe, odpowiednio uformowane płytki nakładane bezpośrednio na gałkę oczną, których końce zachodzą pod powieki. Okulary takie nie wymagają oprawy i jako znacznie bezpieczniejsze od szklanych zyskują dziś coraz więcej zwolenników.

Polimetakrylan metylu w przeciwieństwie do szkła zwykłego doskonale przepuszcza promienie nadfioletowe. Z tworzywa tego wyrabiane są więc szyby do samolotów, inkubatorów, budynków w których mieszczą się żłobki itp.

Domowa obróbka pleksi

Zacznij od zabiegu najczęściej stosowanego zarówno przez modelarzy, jak i zwykłych użytkowników wyrobów z pleksi — to jest od klejenia.

Pamiętaj, że najlepsze wyniki daje klejenie samymi rozpuszczalnikami, bądź też rozpuszczonym w nich pleksi. Dobrymi rozpuszczalnikami dla tego tworzywa są benzen, chloroform, stężony kwas octowy. Z nich najlepszy jest chloroform. Z jego pomocą możesz bowiem wykonywać prawie zupełnie niewidoczne, idealnie przezroczyste złącza. Natomiast spoiny otrzymane przy użyciu benzenu lub kwasu octowego z zasady bywają nieprzezroczyste, a co gorsze, po paru miesiącach stają się bardzo kruche. Zasadniczy jednak warunek, aby otrzymać mocne i przezroczyste złącza, to dokładne dopasowanie przylegających płaszczyzn.

Jeżeli powierzchnia klejona jest niewielka, oba kawałki mocz przez 3 minuty w chloroformie, po czym złóż je ze sobą. Jeżeli jednak powierzchnia klejenia jest znaczna, wówczas musisz wykonać odpowiedni klej.

W tym celu do szczelnie zamykanego słoiczka wlej 20 ml chloroformu i wsyp 1—2 g jak najdrobniej sproszkowanego pleksi. Rozpuszczanie trwa długo, gdyż 1—2 doby. Więcej pleksi niż 2 g na 20 ml chloroformu nie wsypuj, bo otrzymasz klej zbyt gęsty, nie nadający się do użytku.

Przeznaczone do klejenia powierzchnie po dokładnym ich oczyszczeniu powlecz chloroformowym roztworem pleksi i szybko złóż ze sobą. Mimo że elementy już po godzinie nieźle się trzymają, to jednak, aby uzyskać trwałe i mocne złącze, klej musi schnąć co najmniej 2 doby.

W przypadku użycia stężonego kwasu octowego, czyli esencji octowej, schnięcie trwa jeszcze dłużej, gdyż około 6 dni. Stosując benzen można co prawda otrzymać mocne złącze już po 2 dniach — ale jest ono najczęściej mlecznobiałe, nieprzezroczyste. Ponadto muszę Cię z góry uprzedzić, iż pleksi klejone kwasem octowym staje się z czasem bardzo kruche w okolicach spoiny.

Z kolei często zachodzi potrzeba polerowania pleksi. Po zwykłej obróbce tego tworzywa pilnikiem otrzymasz powierzchnie mlecznomatowe. Aby nadać im przezroczystość, trzeba zastosować znany Ci już zabieg polerowania. Pamiętaj jednak, że polerowanie da tylko wtedy dobre wyniki, jeśli powierzchnia będzie poprzednio jak najstaranniej wygładzona. A więc miejsc cięcia piłą czy powierzchni po obrabianiu grubszym pilnikiem nie poleruj od razu, lecz wygładź, i to starannie, pilnikiem o drobnych ząbkach, a następnie szlifuj drobnoziarnistym papie-

rem ściernym. Teraz dopiero, gdy nie ma już głębszych rys, możesz przystąpić do polerowania. Najlepiej do tego celu nadaje się zielona lub czerwona pasta używana do polerowania metali oraz kawałek miękkiego filcu.

Filc zwilż wodą, posyp pastą lub kredą i trzyj ruchami kolistymi przeznaczoną do polerowania powierzchnię. Zabieg ten daje doskonałe rezultaty, lecz wymaga nieco wprawy i dużo cierpliwości. O wiele szybciej odbywa się polerowanie, jeśli z filcu wytniesz małą tarczę i osadzisz ją na osi silniczka elektrycznego. W tym przypadku musisz jednak uważać, aby nie dopuścić do przegrzania polerowanej powierzchni.

Jedyny prosty sposób barwienia gotowego już wyrobu z pleksi to barwienie w roztworach alkoholowych. A więc żądany barwnik (możesz używać barwników do barwienia tkanin) rozpuść w denaturacie i do roztworu tego zanurz elementy z pleksi. Uprzedzam jednak, że tego rodzaju proces barwienia jest bardzo długi, trwa bowiem 6—8 dni. Możesz go nieco przyspieszyć, wstawiając naczynie z alkoholowym roztworem barwnika do naczynia z ciepłą wodą. W tym przypadku naczynie musi być szczelnie zamykane, w przeciwnym razie alkohol bardzo szybko wyparuje.

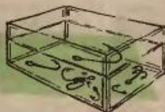
Jeszcze jedna uwaga: tak potraktowane pleksi jest zabarwione bardzo płytko, zaledwie na głębokość 0,2—0,5 mm. Zatem przedmiotów barwionych w roztworze alkoholowym nie możesz poddawać obróbce mechanicznej, takiej jak cięcie, piłowanie, toczenie. Wobec tego radzę Ci barwić przedmioty już obrobione, a nawet wypolerowane.

Co można, a czego nie można?

Z pleksi możesz robić różne modele, pudełeczka, naczyńka, wanienki, w których przechowywane będą kwasy mineralne, wodorotlenki, sole. Przykładowo — z pleksi możesz wykonać obudowę do małego akumulatorka ołowiowego, napełnionego roztworem kwasu siarkowego. Przedmioty wykonane z pleksi nie mogą być trwale narażone na działanie temperatury ponad 80°C. Na marginesie trzeba dodać, że tworzywo to jest świetną izolacją elektryczną.

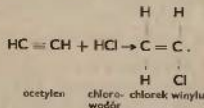
Z opisu klejenia już wiesz, że pleksi ulega działaniu wielu rozpuszczalników organicznych, takich jak benzen, toluen, chloroform, czterochlorek węgla, kwas octowy.

W przeciwieństwie do celuloidu, a nawet częściowo i octanu celulozy, pleksi, pod wpływem nawet bardzo długotrwałego działania promieni słonecznych nie żółknie i nie zmniejsza swej przejrzystości.



8. ACETYLEN + CHLOROWODÓR, CZYLI O POLICHLORKU WINYLU

Zajmiemy się teraz bardzo dziś popularnym tworzywem sztucznym, otrzymywanym z acetylenu i chlorowodoru. Otóż w wyniku połączenia się tych dwóch gazów powstaje związek o nazwie chlorek winylu:



Chlorek winylu jest monomerem. Skoro więc w odpowiednich warunkach przeprowadzona zostanie polimeryzacja, czyli łączenie się cząsteczek monomeru w długie łańcuchy, powstaje wówczas tworzywo sztuczne — polichlorek winylu.

W swej czystej postaci (przypomina białą mączkę) polichlorek winylu jest ciałem termoplastycznym, to znaczy ogrzany powyżej 60°C nabiera plastyczności i lepkości. Jednak bez specjalnych dodatków z samego czystego polichlorku winylu nie da się wykonać nic użytecznego, ponieważ przedmiot taki byłby twardy, kruchy, porowaty, a co najważniejszy, nie dałby się na gorąco formować, gdyż przyklejałby się do każdego metalowego przedmiotu. Aby ułatwić przetwórstwo oraz podnieść jakość wyrobów, do polichlorku winylu wprowadza się przede wszystkim tzw. zmiękczacze. Zmiękczacze, zwane nieraz plastyfikatorami, ułatwiają zlepianie się na gorąco owej białej mączki w jedną spoistą całość, ułatwiają formowanie, nadają elastyczność, zapobiegają kruszeniu i przyklejaniu się tworzywa do formy.

Jeśli zmiękczacza doda się mało, wówczas powstaje twardy i chemicznie bardzo odporny winidur. Gdy zmiękczacza użyć więcej, otrzymuje się ciało miękkie, elastyczne, popularny igelit. Jeszcze innych zmiękczaczy i dodatków wymaga wyrób skayu.

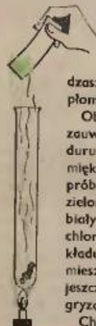


A więc, jak widzisz, zarówno winidur, jak skay i igelit, jest to polichlorek winylu różniący się rodzajem i zawartością plastyfikatora. Zamiast tych dwóch głęboko zakorzenionych nazw handlowych możesz używać określeń: twardy i miękki polichlorek wynilu.

Identyfikacja

Umiejętność identyfikacji polichlorku winylu jest szczególnie ważna, gdyż pozwala odróżnić igelit (miękki polichlorek winylu) od stylonu i polietylenu. Musisz bowiem

pamiętać, że wszystkie te trzy tworzywa używane są do wyrobu tych samych przedmiotów, a więc np. rurek, folii, obrusów, płaszczów, torebek itp. W języku potocznym wszystkie te tworzywa nazywa się beztrosko plastykami. Mówi się więc: plastykowy obrus, nie starając się w ogóle dociec, czy wykonany on jest z igelitu, czy też nylonu. Tymczasem dla Ciebie, chemika, nie jest to przecież wcale obojętne. Innego chociażby kleju musisz użyć do łączenia nylonu, a innego do igelitu, a z kolei w przypadku polietylenu jesteś bezradny, gdyż do tego tworzywa kleju nie ma i można je tylko spawać.



Po zdobyciu próbek miękkiego i twardego polichlorku winylu mały kawałeczek tego tworzywa wprowadzasz do dolnej, zewnętrznej części małego płomienia.

Obserwując bacznie zachowanie się próbki zauważysz, że kawałeczek igelitu lub winiduru wprowadzony do płomienia od razu mięknie i nadtapia się. Po kilku sekundach próbka zapala się dając żółty, na brzegach zielonkawy płomień. Jednocześnie wydziela się biały, bardzo gryzący i ostry dym. Jest to chlorowodór HCl, powstający w wyniku rozkładu polichlorku winylu. Gdy próbkę wyjmiesz z płomienia, gaśnie ona od razu, jednak jeszcze przez parę sekund wydziela się ów gryzący zapach chlorowodoru.

Chciałbyś się upewnić, czy ten gryzący dym,

wydzielający się podczas rozkładu polichlorku winylu, jest na pewno chlorowodorem? Słusznie, przecież nie tylko chlorowodór posiada ostry, gryzący zapach. Większość palonych ciał organicznych pachnie ostro i nieprzyjemnie. Często też kolory płomienia są niewyraźne, więc łatwo o pomyłkę.

Aby ten problem rozstrzygnąć, weź niebieski papierek lakmusowy (lub czerwony papierek lakmusowy, potrzymaj przez chwilę aż do zniebieszczenia nad wodorotlenkiem amonu), zwilż go wodą i trzymaj nad świeżo wyjętym z płomienia i zagasłym kawałkiem badanej próbki. Po kilku sekundach papierek sczerwienieje, co dowodzi, że podziałał na niego chlorowodór, tworzący z wodą mocny kwas (kwas solny, HCl). Jeszcze wyraźniej możesz wykryć chlorowodór, jeśli badaną próbkę polichlorku winylu ogrzejesz silnie w probówce, a u jej wylotu umieścisz zwilżony wodą niebieski papierek lakmusowy.



!

A więc zapamiętaj — nadtapianie się próbki, żółtawozielonkawy płomień oraz biały gryzący ostry dym oto cechy rozpoznawcze dla polichlorku winylu pod każdą postacią.

Jak wykryć chlor w polichlorku winylu?

W jednej z moich odpowiedzi listowych podawałem Ci prostą metodę wykrywania chloru w związkach nieorganicznych. W takich przypadkach do badanego roztworu dodać trzeba parę kropel roztworu azotanu srebrowego. Jeżeli w badanym preparacie obecny był jakikol-

wiek rozpuszczalny w wodzie związek chloru, czyli obecne były aniony Cl^-, wówczas od razu wytrąci się biały serowaty osad chlorku srebrawego. W celu ostatecznego upewnienia się, czy powstały osad jest rzeczywiście chlorkiem srebrowym, wystawia się go na słońce. Chlorek srebrowy po 20—30 minutach wyraźnie sczernieje.

Niestety tej prostej metody nie możesz zastosować do wykrywania chloru zawartego w cząsteczkach związków organicznych. Przykładowo — ani chloroform, ani czterochlorek węgla CCl_4, ani tym bardziej polichlorek winylu nie dadzą osadu z azotanem srebrowym.

Istnieje jednak bardzo prosta i łatwa metoda wykrywania chloru zawartego w cząsteczkach związku organicznego. Całą aparaturę stanowi tylko kawałek miedzianego drutu oraz palnik gazowy lub lampka spirytusowa.

Ze wszystkich związków miedzi w płomieniu najłatwiej rozkładają się chlorki. Z okoliczności tej możesz właśnie korzystać podczas analizy związków organicznych na zawartość w nich chloru. Jeśli więc chcesz sprawdzić, czy dany organiczny związek chemiczny zawiera chlor, odrobinę badanej substancji umieszczasz na uszku miedzianego drutu i wprowadzasz ją do płomienia. Jeśli badany związek organiczny zawiera chlor, to płomień od razu zabarwi się na zielono.

Zanim jednak przystąpisz do analizy polichlorku winylu na zawartość chloru, najpierw musisz nabrać wprawy w tej czynności, mówiąc językiem chemików, trzeba najpierw wykonać kilka prób ślepych, czyli przeprowadzić analizy doświadczalne ze związkami o znanym składzie.

Uwaga: nawet przed wykonaniem ślepej próby, musisz drucik miedziany wyprażyć w płomieniu palnika, aby usunąć chlor ewentualnie pozostały na druciku z poprzednich prób lub z palców zanieczyszczonych zawsze chlorkiem sodowym pochodzącym z potu.

Najłatwiej dostępnym związkiem zawierającym chlor jest popularny środek owadobójczy „Azotox".

Weź kawałek drutu miedzianego, zawiń na jego końcu maleńkie uszko, po czym wyżarz ten koniec trzymając go przez kilka minut w płomieniu, aż stanie się bezbarwny. Nie dotykając palcami, na uszku umieść grudkę „Azotoxu", po czym drucik wprowadź do płomienia. W pierwszej chwili węgiel związku organicznego ulega spaleniu, a płomień staje się jasny, świecący.

Po chwili jednak płomień zblednie, a następnie zabarwi się na zielono lub niebieskozielono. Po tym właśnie zabarwieniu poznajesz, iż badany związek organiczny zawiera chlor.



W wysokiej temperaturze płomienia związek organiczny zwęgla się i ulega rozkładowi, a chlor łącząc się z miedzią tworzy lotne związki barwiące płomień na zielono. Z długotrwałości świecenia płomienia na zielono można nawet wnioskować o ilości chloru zawartego w badanym związku.

Gdy już nabierzesz wprawy z „Azotoxem", spróbuj metodą płomieniową na druciku miedzianym wykryć chlor w polichlorku winylu. Do badań użyć możesz zarówno miękkiego, jak i twardego polichlorku winylu.

Skoro znasz już metody identyfikacji, mogę przejść do wskazówek, czym i jak obrabiać twardy polichlorek winylu. Otóż przeciętny spotykany w sprzedaży twardy polichlorek winylu, czyli tzw. winidur, ma barwę ciemnowiśniową aż do brunatnej. Tworzywo to zawiera tylko kilka procent zmiękczacza, dzięki czemu na zimno jest twarde i wytrzymałe. Ciemny kolor pochodzi stąd, iż podczas silnego ogrzewania, potrzebnego do formowania winiduru, nieznaczna ilość polichlorku winylu ulega rozkładowi, zabarwiając na ciemno całą masę. Przy produkcji winiduru oprócz plastyfikatora dodaje się do polichlorku winylu jeszcze trochę tzw. smaru oraz napełniacze. Zadaniem smaru jest ułatwienie przetwórstwa, natomiast napełniacze pozwalają zmniejszyć użycie polichlorku winylu, co wpływa na obniżenie kosztów. Wszystkie te dodatki łącznie z plastyfikatorami nie przekraczają 15% całej masy winiduru.



Z winiduru formowane są płyty, pręty, rury bądź też w specjalnych formach gotowe od razu wiaderka, kolanka rur, mieszadła, wirniki pomp, wentylatory i wiele podobnych przedmiotów. Wszystkie te przedmioty, dzięki swej odporności na ługi i kwasy znajdują zastosowanie w przemyśle che-

ŁĄCZENIE MECHANICZNE



KLEJENIE



SPAWANIE



micznym oraz wszędzie tam, gdzie wymagana jest chemiczna odporność na chemikalia i żrące pary.

Pręty, płyty czy rurki winidurowe, oczywiście niewielkiej średnicy, możesz wyginać po uprzednim ogrzaniu do temperatury 120—130°C np. w piekarniku.

Przy formowaniu na gorąco przedmiotów winidurowych musisz pamiętać, że tworzywo to stygnąc powraca powoli do poprzedniego kształtu. A więc jeżeli płytkę winidurową wygniesz na gorąco, to przy stygnięciu wyprostuje się. Dlatego też musisz płytkę ostudzić w stanie zgiętym.

Winidur daje się doskonale ciąć piłką, toczyć, piłować, strugać i gwintować.

Pełen niecierpliwości pytasz mnie, jak jest z łączeniem winiduru? Otóż właśnie miałem zamiar poruszyć ten temat.

Z łączeniem twardego polichlorku winylu kłopotu mieć nie będziesz, stoją bowiem do Twojej dyspozycji aż trzy różne metody:

łączenie mechaniczne (śrubami, wkrętami),
klejenie,
spawanie.

Dla przykładu — jeśli masz płytę winidurową i chcesz wykonać z niej wanienkę do celów galwanotechnicznych, to pracę rozpoczynasz od wycięcia pasa-płyty, który po zgięciu na gorąco da Ci 2 przeciwległe boki i dno przyszłej wanienki. Teraz musisz przymocować szczelnie dwa pozostałe boki. Zależnie od posiadanego wyposażenia przyspawasz je, przykleisz lub przymocujesz wkrętami. Metodę łączenia możesz więc sam sobie wybrać, ale pamiętaj, że w każdym przypadku łączyć możesz tylko naprawdę starannie dopasowane do siebie części.

A więc, mój kochany, aby uniknąć przykrych niespodzianek, nie łudź się, że spaw czy klej „jakoś tam" zapełni szczeliny lub wręcz dziury pomiędzy ściankami.

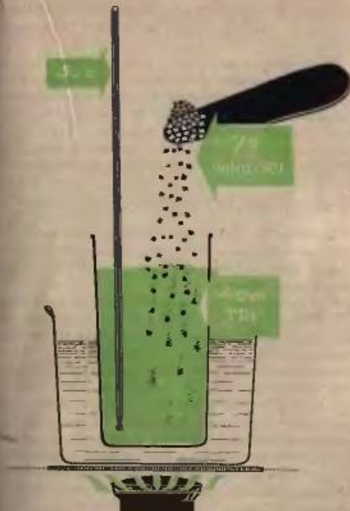
O spawaniu winiduru i innych termoplastycznych tworzyw porozmawiamy sobie w rozdziale 10. Teraz podam Ci tylko wskazówki dotyczące klejenia winiduru, gdyż łączenie mechaniczne nie wymaga chyba wyjaśnień.

Do klejenia winiduru możesz nabyć w sklepach z artykułami chemicznymi klej PCW/AT. Ponieważ jednak wiem, że lubisz sam wykonywać różne preparaty, podaję przepis na stosunkowo prosty klej do winiduru.

Przygotuj więc:

7 g drobno sproszkowanego winiduru,
40 ml trójchloroetylenu (tri).

Sproszkowany winidur wsyp do małej zlewki, dolej podaną ilość tri i ogrzewaj mieszając stale na łaźni wodnej do temperatury 50°C. Ogrzewać i mieszać musisz tak długo, aż w zlewce powstanie jednolita zawiesina. Wówczas zlewkę zdejmij z łaźni wodnej i zgaś palnik. Lekko ostudź



jej zawartość, dodaj 50 ml acetonu i całość dokładnie wymieszaj. Klej przechowuj w szczelnie zamkniętym słoiku.

Niezależnie od rodzaju użytego kleju płaszczyzny winidurowe przeznaczone do klejenia oczyść papierem ściernym, po czym przemyj starannie acetonem. Następnie, nie dotykając już palcami, obie powierzchnie pokryj cienko klejem i od razu ściśnij je ze sobą. Kleje do winiduru muszą schnąć około 4—5 godzin, a dopiero po 24 godzinach spoina nabiera pełnej wytrzymałości.

Co możesz zrobić sam z miękkiego polichlorku winylu?

Zanim podam konkretne wskazówki, w jaki sposób łączyć czy też formować różne wyroby z miękkiego polichlorku winylu, muszę najpierw przypomnieć Ci, z czego składa się to tworzywo.

A więc bardzo miękki polichlorek winylu, zwany często w handlu igelitem, zawiera 40—60% zmiękczacza. Rola tego środka polega na silnym jakby spęcznieniu, zgalaretowaceniu ziaren polichlorku winylu. Tak spęczniałe ziarenka pod wpływem ogrzewania łączą się dając miękką, elastyczną masę. W związku z tym powierzchnie wyrobów igelitowych sprawiają w dotyku wrażenie jakby tłustych. Ponadto nieodpowiednie, tanie zmiękczacze po pewnym czasie wypacają się, wydzielając się z igelitu, a sam wyrób twardnieje i staje się kruchy oraz łamliwy.

Czysty, jedynie uplastyczniony polichlorek winylu jest mlecznoprzezroczysty lub lekko żółtawy. Przez dodanie odpowiednich pigmentów i wwalcowanie ich na gorąco

w masę igelitu, otrzymuje się piękne, pastelowe lub ostre, żywe kolory.

Formowanie przedmiotów igelitowych odbywa się na gorąco. Istnieją zasadniczo dwie metody formowania — walcowanie oraz wytłaczanie. W przypadku pierwszym uplastycznioną masę igelitu rozwalcowuje się na folię żądanej grubości. Jeśli walce maszyn będą miały na swej powierzchni odpowiedni rysunek, wówczas folia mieć będzie np. wygląd skóry. W przypadku drugim urządzenia podobne do maszynek do mielenia mięsa przez odpowiednie końcówki wytłaczają uplastycznioną i ogrzaną mieszaninę. W ten sposób produkuje się rurki lub dowolnego profilu pręty.

Tak więc Twój pomysł, który podałeś mi w jednym ze swoich listów, aby odpady polichlorku winylu rozpuszczać i odlewać w formach, nie może być zrealizowany.

Z metod formowania igelitu pozostaje więc gięcie, rozciąganie rurek, pasków lub folii igelitowej uplastycznionej uprzednio przez ogrzanie we wrzącej wodzie. Ale podobnie jak przy formowaniu winiduru, gięty czy też rozciągany przedmiot igelitowy musi stygnąć dokształtony. A więc jeżeli np. chcesz trwale rozszerzyć wylot rurki igelitowej, to ogrzej ją w wodzie i wciśnij w otwór odpowiedniego kształtu drewniany stożek. Tak rozciągnięta rurka musi dokładnie ostygnąć, a dopiero wówczas możesz wyjąć z otworu drewniany kołek.

Z łączeniem miękkiego polichlorku winylu jest nieco więcej z kłopotów niż z łączeniem winiduru, praktycznie bowiem biorąc odpadają tu złącza mechaniczne, pozostaje więc spawanie i klejenie.

Jak spawać igelit, dowiesz się z rozdziału 10, który specjalnie poświęciłem tej właśnie metodzie łączenia tworzyw sztucznych. Jeżeli natomiast chodzi o klejenie, to z góry Cię uprzedzam, że będzie to sprawa trudna. Przecież igelit zawiera 40—60% zmiękczacza, który częściowo wydobywa się na powierzchnię wyrobu. Dlatego też żaden z klejów nie może wytworzyć błonki silnie przylegającej do powierzchni igelitu. Jeżeli byś nawet przemył przed klejeniem powierzchnię igelitu, to i tak cząstki zmiękczacza z czasem powoli wpełzną do spoiny i obniżą jej wytrzymałość. Dlatego właśnie uprzedzam Cię, że klejenie igelitu nie daje trwałych złącz.

Igelit, jak wszystkie zresztą tworzywa termoplastyczne, łączyć możesz samym czystym rozpuszczalnikiem lub też odpowiednim klejem. Podstawowym składnikiem klejów do igelitu jest chlorowany polichlorek winylu (zwykły polichlorek winylu zawiera 53—55% chloru, zaś chlorowany 62—65%). Ponieważ jednak wykonanie takiego kleju w Twoich warunkach jest niemożliwe, ograniczę się jedynie do wskazówek, jak należy przeprowadzić samo łączenie igelitu. Przypominam jednocześnie, iż kleje do igelitu o nazwach Igol i PCW/Ch znajdują się w sprzedaży.

Miejsce przeznaczone do klejenia przetrzyj grubym papierem ściernym w celu uzyskania chropowatej powierzchni dokładnie przy tym oczyszczonej. Na tak przygotowane powierzchnie miękkim pędzlem nałóż cienką warstewkę kleju, powierzchnie złącz ze sobą i silnie ściśnij w prasie. Nacisk powinien trwać około 20 minut. Po wyjęciu z prasy złącze powinno schnąć jeszcze około 24 godzin. Mimo najstaranniej nawet wykonanego klejenia wytrzymałość złączy z bardzo cienkiego igelitu (o dużej zawartości plastyfikatora) jest jednak niska. W takich przypadkach znacznie lepsze wyniki daje łączenie rozpuszczalnikiem, no i oczywiście spawanie.

Jedynym rozpuszczalnikiem o praktycznym znaczeniu



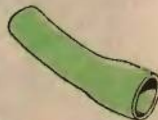
OGRZEWANIE



FORMOWANIE



STUDZENIE



GOTOWY KSZTAŁT

dla igelitu jest cykloheksanon. Jest to bezbarwna oleista ciecz o lekkim zapachu mięty, wrząca w temperaturze 155°C. Płaszczyzny przeznaczone do łączenia zwilż lekko rozpuszczalnikiem, po czym szybko przyłóż do siebie i lekko ściśnij. Złącze nabiera wytrzymałości dopiero po 12 godzinach. Zabieg klejenia za pomocą cykloheksanonu przeprowadzać trzeba umiejętnie i z odpowiednią wprawą, gdyż zbyt silne zwilżenie lub silne ściśnięcie powoduje „rozpłynięcie" i pomarszczenie się folii. Natomiast zbyt skąpe zwilżenie lub za słaby docisk da G w efekcie złącze o małej wytrzymałości.

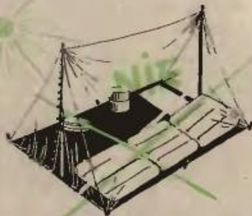
Na zakończenie rozdziału o polichlorku winylu jak zawsze lista przeciwwskazań.

Wyroby z winiduru nie mogą pracować w temperaturze powyżej 60°C. Winidur jest odporny na kwasy, ługi, sole, paliwa, smary i oleje roślinne, ale niszczą go estry i aceton.



Z kolei wyroby igelitowe nie powinny pracować w temperaturze powyżej 35°C, gdyż ulegają trwałemu odkształceniu, a ponadto „wypaca się" z nich zmiękczacz. Igelit również nie powinien być wystawiony na ciągłe działanie słońca. Szkodliwy wpływ wywierają nań te same substancje co i na winidur.

Nie wykonuj więc z winiduru podstawki pod żelazko, a igelitowym korkiem nie zatykaj butelki z acetonem lub rozpuszczalnikiem nitro.



9. ŁAŃCUCHY ZAWIERAJĄCE AZOT, CZYLI O POLIAMIDACH

Chcę Cię teraz zaznajomić z ostatnim już przedstawicielem rodziny tworzyw termoplastycznych. Widzę, że pragniesz mnie poprawić i dodajesz — przedstawicielem rodziny „poli". Otóż niezupełnie. Świadomie bowiem użyłem określenia „rodzina tworzyw termoplastycznych", a nie rodzina „poli".

Przypomnij sobie mianowicie, co decyduje o zaliczeniu tego lub innego tworzywa sztucznego do rodziny „poli". Termoplastyczność — mówisz. Zgoda, ale zdaje mi się, że częściej mówiliśmy o jeszcze jednej, ważniejszej cesze rodzinnej, o polimeryzacji.

No właśnie. Dotychczas przez nas omawiani przedstawiciele rodziny „poli", a więc polichlorek winylu, polietylen, polistyren czy polimetakrylan metylu otrzymywane są jako wynik polimeryzacji. Natomiast z poliamidami jest nieco inaczej. Co prawda są one termoplastyczne, ale ich produkcja opiera się nie na polimeryzacji, lecz na nieco innym procesie. Proces ten, zwany polikondensacją, też dostarcza cząsteczek-olbrzymów, ale przebiega troszkę inaczej niż polimeryzacja. Zresztą o polikondensacji pomówimy sobie jeszcze obszerniej przy okazji bakelitu.

Teraz więc zapamiętaj jedynie, że poliamidy należą do tworzyw termoplastycznych, lecz otrzymywane są drogą polikondensacji.

I znów po Twojej minie widzę, że chcesz zadać jakieś ważne pytanie. Słucham więc. Aha, już rozumiem. Po



prostu nie bardzo jeszcze wiesz, co to takiego są te poliamidy. Sądzę jednak, że takie nazwy jak nylon, kapron perlon, stylon czy polan są Ci doskonale znane, prawda? Otóż wszystkie te nazwy odnoszą się do różnych odmian jednego i tego samego typu tworzywa, które właśnie ogólnie zwane jest poliamidem.

Charakterystyczną cechą tworzyw poliamidowych jest to, że w długich łańcuchach oprócz atomów węgla, wodoru i tlenu znajdują się atomy azotu. Właśnie dzięki obecności atomów tego pierwiastka, jak też i charakterystycznej budowie łańcuchów poliamidy uważać możemy za bliskich krewnych białek.

No, ale dosyć tych teoretycznych wywodów, przystąpmy do doświadczeń.

Do badań postaraj się o kawałeczek żyłki wędkarskiej. Aby uchronić palce przed może niezbyt grażnym, ale wystarczająco nieprzyjemnym poparzeniem, ujmij kawałeczek żyłki w szczypce i koniec jej wprowadź do małego płomyka gazowego lub lampki spirytusowej. Z uwagi na to, że ilość wprowadzonego do płomienia tworzywa jest bardzo mała, reakcja rozpocznie się niemal natychmiast. A więc po pierwsze zauważysz, że żyłka zajmie się płomieniem. Niemal jednocześnie na jej końcu pocznie formować się mała pieniąca się kulista kropelka. Próbka wyjęta z płomienia najczęściej od razu gaśnie. Gdyby jednak potrzymać ją w płomieniu nieco dłużej, wówczas wyjęta z płomienia będzie się już sama paliła nadal. Barwa płomienia jest biała lub lekko niebieska. W górze zaś tworzy się żółty wierzchołek. Na końcu płonącej żyłki zaobserwujesz z łatwością nadtapianie się tworzywa i powstawanie kropli. Krople te pieniąc się spadają jedna po drugiej. Ponieważ stapianie się żyłki i skapywanie kropli następuje bardzo szybko po umieszczeniu próbki w płomieniu, dlatego też łatwo o poparzenie sobie palców.

Zgaś teraz płonącą próbkę i powąchaj, jaką wydziela woń. Woń ta jest bardzo specyficzna, lecz trudna do określenia. Najbardziej chyba przypomina zapach palonych włosów.

W sumie jest to zachowanie na swój sposób charakterystyczne i wspólne dla wszystkich tworzyw poliamidowych. Tak samo zachowa się kapron, stylon, perlon i nylon.

Wszystkie te tworzywa produkowane pod różnymi nazwami handlowymi przez różne kraje należą do rodziny poliamidów i między sobą różnią się jedynie minimalnie budową chemiczną oraz właściwościami. Dlatego też nie jest ostatecznie wielkim grzechem nazwać kapron (produkcji ZSRR) czy też popularny stylon, nylonem, pod warunkiem, iż nazwą tą chcesz określić rodzaj tworzywa sztucznego, nie zaś markę handlową. Możesz to porównać do sytuacji z celulozą. Octan, maślan, azotan celulozy lub metyloceluloza czy benzyloceluloza to jedna rodzina tworzyw o bardzo licznych wspólnych właściwościach. W przypadku poliamidów, mimo pewnych różnic w budowie chemicznej, podobieństwo ich właściwości fizycznych jest znacznie większe niż tworzyw celulozowych.



Poliamidy są tworzywami zbliżanymi składem chemicznym do białek. Nie jest to wcale przypadkowe. Jest to wynikiem wieloletniej, konsekwentnej i żmudnej pracy całych zespołów chemików.

Egzamin nylonowej żyłki

Aby zapoznać się nieco bliżej z właściwościami poliamidów, postaraj się teraz o większy już nieco kawałek żyłki wędkarskiej. Żyłkę taką, dowolnej grubości, nabędziesz bez trudu w każdym sklepie ze sprzętem sportowym czy też wędkarskim.

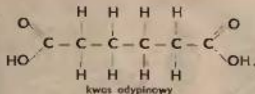
Na jednym końcu żyłki zawiąż pętelkę i zamocuj ją na jakimś haku. Spróbuj teraz silnie obciążyć drugi koniec żyłki. Przekonasz się, że cienka i niepozorna żyłka jest zdolna wytrzymać bardzo duże obciążenie. Na żyłce średnicy 2 mm możesz śmiało, bez obawy zerwania, zawiesić przedmiot o ciężarze 50 kG. Dopiero gdy obciążenie przekroczy 60 kG, żyłka ta ulegnie zerwaniu. Zanim jednak to nastąpi, z łatwością zauważysz ogromne wydłużenie się obciążonej żyłki. Wydłużenie to dochodzi do 50%. Oznacza to, że np. kawaleczek żyłki długości 20 cm przed obciążeniem w momencie zerwania będzie miał 30 cm długości. Jak z tego widzisz, wędkarze posługujący się takimi żyłkami mogą bez obawy zerwania łowić na nie nawet te największe, istniejące jedynie w ich opowiadaniach, okazy potężnych sumów czy szczupaków.



Jak i z czego produkowane są poliamidy?

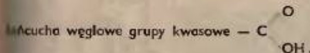


Najczęściej surowcami do produkcji poliamidów są: kwas adypinowy oraz sześciometylenodwuamina. Oba te półprodukty otrzymywane są z fenolu.

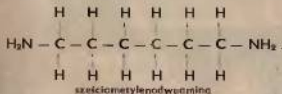


kwas adypinowy

Jak widzisz, kwas adypinowy zawiera na obu końcach łańcucha węglowe grupy kwasowe — C(=O)OH.



Drugi z kolei surowiec, sześciometylenodwuamina, zawiera, jak to wskazuje nazwa związku, łańcuch złożony z 6 grup metylenowych CH_2 — przy czym każda ze skrajnych grup CH_2 — tego łańcucha związana jest z grupą aminową — NH_2(p. wzór):

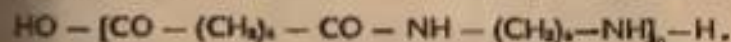


sześciometylenodwuamina



Oba te zasadnicze półprodukty: kwas adypinowy i sześciometylenodwuaminę, miesza się ze sobą i rozpuszcza w wodzie. Taka ciekła mieszanina nosi nazwę soli nylonu. Po odparowaniu wody sól nylonu przechodzi do stalowych zbiorników, gdzie

pod wpływem podwyższonej temperatury zachodzi proces polikondensacji. W wyniku polikondensacji powstaje produkt o wzorze:



$$HO-[CO-(CH_2)_4-CO-NH-(CH_2)_6-NH]_n-H.$$

We wzorze tym n może zależnie od stopnia polikondensacji przybierać różne watrości, nawet bardzo duże.

Po spuszczeniu z autoklawu i ochłodzeniu nylon przechodzi w ciało stałe, które tnie się na drobne płatki. Na tym kończy się zasadniczy proces produkcji. W zależności od rodzaju przedmiotów, jakie chcemy otrzymać, krajankę nylonową poddaje się różnym zabiegom formowania. Dzięki termoplastyczności formowanie nylonu może odbywać się metodą przetłaczania, prasowania bądź wtryskiwania do form tego tworzywa w stanie stopionym. Temperatura topnienia nylonu wynosi ok. 285°C.

Największe ilości tworzyw poliamidowych zużywane są do wyrobu włókien i folii. Oprócz nich z tworzyw poliamidowych wykonywane są dziś cichobieżne koła zębate do samochodów, najróżniejsze łożyska nie wymagające smarów, izolacje elektryczne oraz wiele przedmiotów galanteryjnych i gospodarstwa domowego, jak np. popularne u nas stylonowe tarki do jarzyn, wyciskacze do owoców itp.

Zacznę, już chyba z przyzwyczajenia, od metod łączenia.

Do Twojej dyspozycji stoją 3 metody: łączenie mechaniczne, spawanie, klejenie.

Różnego rodzaju uszczelki, nakładki, wkładki czy też np. kółka zębate są łączone z metalowymi wałkami za pomocą nitów lub śrub. Stąd też płynie logiczny wniosek, że poliamidy dają się dobrze obrabiać mechanicznie, a więc ciąć, toczyć, strugać, piłować.

O łączeniu metodą spawania pomówimy w następnym rozdziale. Teraz pozostaje nam jeszcze klejenie. Poliamidy łączyć możesz samymi rozpuszczalnikami lub też klejami otrzymywanymi przez rozpuszczanie poliamidu w odpowiednim związku. Rozpuszczalnikami do poliamidów mogą być: stężony kwas mrówkowy lub stężony kwas octowy (tzw. esencja octowa).

Powierzchnie przeznaczone do łączenia oczyść papierem ściernym i zwilż







stężonym kwasem mrówkowym lub octowym. Po 10 minutach obie powierzchnie zwilż ponownie i po upływie 2 minut przyłóż je do siebie, po czym kawałki mocno ściśnij. Tak wytworzoną spoinę musisz suszyć około 10 godzin.

Aby usunąć szkodliwe resztki kwasu, przedmiot z wysuszoną spoiną wypłucz dokładnie w wodzie.

A teraz podam Ci prosty przepis na klej do poliamidów.

Do małej zleweczki wsyp 2 g drobno pokrojonego poliamidu i wlej następnie 20 ml 15% kwasu solnego (zwykły, techniczny stężony kwas rozcieńcz 1:1 wodą).

Zlewkę postaw na siatce azbestowej i ogrzewaj powoli jej zawartość często mieszając. Po kilkunastu minutach ogrzewania, gdy kawałeczki poliamidów już się rozpuszczą, klej jest gotowy. Klejem tym możesz łączyć zarówno folie, jak też i grubsze wyroby poliamidowe. Cienkie folie musisz jednak łączyć ze specjalną uwagą, nie możesz mianowicie zbyt grubo nakładać kleju, gdyż rozpuści on folię i powstanie po prostu dziura.

Spoina wykonana takim klejem schnąć







musi około 12 godzin, po czym klejony przedmiot trzeba bardzo dokładnie wypłukać w wodzie.

W przeciwieństwie do wszystkich innych znanych Ci już tworzyw termoplastycznych poliamidy dają się stosunkowo łatwo barwić już w stanie gotowym.

A więc powierzchniowo możesz barwić folie, grzebienie, siatki, kubki, klamerki, żyłki czy też guziki poliamidowe. Do barwienia tego tworzywa użyjesz sprzedawanych w sklepach mydlarskich zwykłych barwników do tkanin.

Ale teraz uwaga. — Wierzę, że czujesz nieprzepartą chęć zabarwienia na czerwono żyłki, ale nie zapominaj, że niedbałą pracą wyrządzić możesz poważne szkody. Zaplamionego ubrania czy bielizny nie oczyści już żadna pralnia chemiczna. Podobnie ściany i podłoga również mogą ponieść straty. Dlatego też apeluję do Ciebie o staranność i ostrożność.

A oto przepis na wykonanie roztworu barwiącego.

1 g wybranego barwnika zarób na pastę małą ilością wrzącej wody, po czym pastę tę dodaj do 2 l wrzącej wody. Po dokładnym wymieszaniu roztwór przesącz przez gęstą tkaninę i dodaj 5 ml esencji octowej lub 40 ml 10% octu.

Przedmiot przeznaczony do barwienia umyj dokładnie szczotką i mydłem, po czym spłucz wodą i umieść w wykonanej poprzednio kąpieli. Kąpiel z barwionym przedmiotem ogrzewaj do lekkiego wrzenia przez 2 godziny. Przedmiot pozostaw aż do całkowitego ostygnięcia kąpieli, opłucz go starannie w gorącej, a następnie zimnej wodzie.

Co poliamidy lubią, a czego nie?

Zacznę od tego, czego poliamidy zdecydowanie nie lubią, co im po prostu szkodzi.

Otóż zdecydowanie szkodzą im kwasy. Kwas solny, azotowy, siarkowy, fosforowy, jak też i kwasy organiczne, a więc octowy czy mrówkowy niszczą bardzo szybko poliamidy. Stąd wniosek, że np. folią poliamidową nie należy obwiązywać korków od butelek z kwasami. Podobnie do buteleczki poliamidowej nie nalewaj stężonego wodorotlenku amonowego, gdyż mocne zasady też szybko niszczą to tworzywo.

Poliamidy nie lubią przebywać stale w temperaturze powyżej 120°C, znoszą jednak krótkotrwałe ogrzewanie aż do 180°C.

Natomiast żaden z popularnych rozpuszczalników organicznych, jak tri, benzyna czy aceton, zupełnie nie szkodzą poliamidom. Nie szkodzą im też oleje roślinne, wszelkiego rodzaju tłuszcze oraz paliwa ciekłe i smary.



10. RÓŻNE RODZAJE ŁĄCZENIA NA GORĄCO, CZYLI O SPAWANIU TWORZYW SZTUCZNYCH

Ten rodzaj łączenia termoplastycznych tworzyw sztucznych, a zwłaszcza tworzyw miękkich, takich jak polietylen, poliamidy i silnie uplastyczniony polichlorek winylu, jest bezsprzecznie najlepszy, gdyż daje najmocniejsze złącza.

Wykonaj na wstępie takie oto doświadczenie. Przetnij grubościenną rurkę igelitową na dwa kawałki. Następnie ogrzej do około 200—250°C skrawek blachy lub koniec starej piłki do metalu. Oba kawałki rurki przyłóż na moment do ogrzanej blachy i od razu, szybkim ruchem zetknij je ze sobą.

Po 5 minutach stygnięcia otrzymasz bardzo trwałe spawane złącze. Tak, właśnie spawane. Obie łączone powierzchnie zostały ogrzane aż do stopienia i przez ściśnięcie zlały się w jedną całość. Z tego wynika, że do spawania tworzyw sztucznych nie jest wcale potrzebny palnik acetylenowo-tlenowy ani też butle z tymi gazami.





Nie twierdzę przecież, że tak jest zawsze, ale — jak się przekonasz sam — w wielu przypadkach do łączenia przez spawanie tworzyw sztucznych najzupełniej wystarczy palnik gazowy czy nawet lampka spirytusowa oraz kawałki blachy.

Może wyda Ci się to wręcz dziwne, ale przy spawaniu tworzyw sztucznych najważniejsza jest wprawa i doświadczenie. Możesz przeczytać na ten temat nawet 10 grubych książek, a pomimo to jestem przekonany, że pierwsze próby zakończą się niepowodzeniem. Dlatego radzę Ci, uzbrój się w dużą ilość próbek oraz spory zapas cierpliwości, a dopiero wtedy zabierzemy się do doświadczeń.

Na pierwszy ogień folie

Naukę spawania zacznij od czynności stosunkowo łatwej, jaką jest łączenie folii. W praktyce spotkasz się z trzema rodzajami folii nadających się do spawania w warunkach amatorskich. Są to folie z polietylenu, polichlorku winylu oraz z poliamidów. Celowo pominąłem tu folie z różnych pochodnych celulozy, gdyż prostymi metodami nie będziesz ich mógł spawać.

Postaraj się teraz o dwa paski blachy żelaznej, aluminiowej, mosiężnej czy miedzianej. Pożądane jest, aby jedna z krawędzi każdego paska blachy była jako tako

rowna, gdyż od tego w dużej mierze zależeć będzie estetyka wytworzonego za chwilę spawu.

Na brzegu stołu połóż jeden pasek blachy tak, aby wystawał przynajmniej o 1 cm poza krawędź blatu. Na blachę połóż równolegle dwie próbki folii tak, aby poza krawędź blachy (tę od strony końca blatu) wystawały również o 1 cm. Teraz próbki folii przyłóż drugim paskiem blachy i przyciśnij go obciążając czymś ciężkim.

A więc powtarzam teraz w skrócie: pomiędzy paskami blachy kładziesz dwie próbki folii tak, aby ich końce wystawały na zewnątrz około 1 cm poza krawędzie blachy.



Teraz przystąpić już możesz do spawania. Niezbędnej do tego procesu energii cieplnej dostarczyć może malutki płomyk gazowy, płomyk lampki spirytusowej, a nawet świecy lub ostatecznie zapałki. Płomyk przesuwaj powolnym ruchem wzdłuż wystających poza paski blachy końców folii. Pod wpływem ciepła płomienia oba końce folii silnie mięknąi natychmiast stapiają się ze sobą.

W zasadzie spawanie takie jest bardzo proste, ale wymaga właśnie nabrania wprawy w sposobie i szybkości przesuwania płomienia.

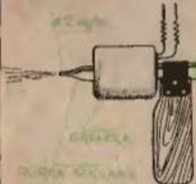
Zdaje mi się, że masz wielką ochotę udoskonalić i uprościć ten rodzaj spawania przez odrzucenie metalowych listew. Stanowczo nie radzę Ci tego czynić. Stosunkowo duża masa metalu zapobiega bowiem przegrzewa-



niu spawanych folii. Po prostu leżąca jedna na drugiej metalowe listwy skutecznie odprowadzają ciepło, a tym samym spawanie dwu folii następuje równo wzdłuż krawędzi metalowych pasków.

W rozdziale poświęconym polietylenowi wspomniałem Ci, że w sprzedaży znajdują się rury z folii z tego tworzywa. Jeżeli więc wybierasz się np. na wycieczkę kajakową lub rejs żeglarski, to cenniejsze przedmioty lub zapasy żywności możesz bardzo łatwo zapakować całkowicie szczelnie w woreczki polietylenowe. Odcinek rury polietylenowej wkładasz pomiędzy dwie listwy metalowe i spawasz płomieniem. Następnie do tak otrzymanego woreczka wkładasz zapasy, po czym w znany Ci już sposób spawasz drugi bok woreczka.

Opisaną metodę spawania pomiędzy dwoma listewkami metalowymi stosować możesz tylko do łączenia folii cienkich, grubości do 1 mm. Natomiast ze spawaniem folii grubszych ponad 1 mm będzie już nieco więcej kłopotu. Tej grubości folie wyrabiane są głównie z miękkiego polichlorku winylu. Służą one do produkcji wszelkiego rodzaju okładek, portfeli, aktówek, piórników. Oczywiście, że folie takie najlepiej jest spawać na spawarkach dielektrycznych. Powiedzmy sobie jednak z góry, iż jest to marzenie tzw. ściętej ☛



głowy, gdyż same tylko części niezbędne do wykonania zasilacza do takiej spawarki kosztują ok. 10000 zł.

Nic natomiast nie stoi na przeszkodzie w wykonaniu wymiennej końcówki, np. do zwykłej elektrycznej lutownicy. Końcówka taka powinna mieć postać płaskiego klina.

Nie będę Ci podawał temperatury, do jakiej trzeba ogrzać taki klin przy spawaniu grubszych folii, gdyż i tak nie masz możliwości jej skontrolowania. Wystarczy więc ogrzewać końcówkę tak długo aż przytknięty do niej skrawek folii ulegnie nadtopieniu.

Przeznaczone do spawania kawałki folii połóż na stole tak, aby zachodziły na siebie ok. 1 cm. A teraz uwaga — unieś jeden brzeg folii, wprowadź pomiędzy oba brzegi ogrzaną końcówkę i przesuwaj ją powoli ruchem ciągłym wzdłuż krawędzi. Jednocześnie kciukiem zabezpieczonym rękawiczką dociskaj silnie folię przesuwając palec stopniowo tuż za gorącym klinem lutownicy.

Nie potrafię również podać Ci dokładnie szybkości, z jaką powinien być przesuwany gorący klin. Zależy to bowiem od grubości i rodzaju łączonej folii, a także od temperatury klina. Początkowo, gdy klin jest gorący,



trzeba go przesuwać szybciej, gdy zaś już nieco ostygnie, znacznie wolniej. Przy tego rodzaju łączeniu chodziło o to, aby jedynie lekko nadtopić obie powierzchnie folii i natychmiast mocno je ścisnąć. Dlatego też musisz w tym nabrać odpowiedniej wprawy. Początkowo raz wytopisz dziury, drugi raz nie nadtopisz folii, lecz już następnym razem spawanie na pewno się uda.

A teraz winidur

Umiejętność spawania winiduru przyda Ci się bardzo, gdyż jako zapalony majsterkowicz na pewno niejednokrotnie zetkniesz się z potrzebą wykonania pudełka, wanienki czy też jakiejś prostej aparatury. Ale nie ma róży bez kolców. Spawanie winiduru jest ważne, potrzebne, lecz wymaga już odpowiedniego palnika oraz specjalnych prętów spawalniczych. Pręty takie nabyć możesz bez trudu w sklepach chemicznych. Natomiast palnik do spawania winiduru musisz już wykonać we własnym zakresie.

Na wstępie wyjaśnię Ci, że zadaniem takiego palnika jest dostarczenie małego strumyczka gorącego powietrza. A więc do palnika doprowadza się zimne powietrze, tu następuje jego ogrzanie. Gorące powietrze uchodząc z palnika ogrzewa do stopienia spawany kawałek winiduru. Powietrze doprowadzane rurką, przepływając obok grzejnika elektrycznego, nagrzewa się i uchodzi końcówką.



Do budowy palnika wykorzystać możesz 250—300 W grzejniki stosowane do lutownic elektrycznych. Ponieważ w domowych warunkach trudno jest wytworzyć przepływ dużych ilości powietrza, końcówkę palnika musisz wykonać z cienkiej rurki lub też w wylot końcówki wstawić dyszę o średnicy otworu ok. 2 mm.

Widzę, że zastanawiasz się, w jaki by tu sposób wywołać w palniku nieprzerwany strumień powietrza.

O, z tym na szczęście nie będzie większego kłopotu. Musisz jedynie postarać się o dętkę samochodową. Po nadmuchaniu połącz ją wężem gumowym z palnikiem i sprawa załatwiona.

Przy spawaniu winiduru powietrze opuszczające końcówkę palnika musi być nagrzane do temperatury 190—210°C, czyli powinno od razu stapiać pręt spawalniczy.

Łączenie winiduru przez spawanie polega na ogrzaniu obu powierzchni i zespoleniu ich stopionym prętem spawalniczym. A więc palnikiem musisz tak manewrować, aby stapiać powoli pręt spawalniczy, a jednocześnie ogrzewać powierzchnie obu łączonych części.





RÓŻNE UKŁADY W SPAWANIU

Nawet nie mam zamiaru dłumaczyć Ci, że jest to sprawa łatwa. Nie, ja nie jestem obłudny. Natomiast sprawisz mi prawdziwą przyjemność listem, w którym napiszesz, że po pokonaniu takich to a takich trudności spawanie udało się, chociaż... chociaż... sukces nie jest jeszcze zupełny.

Na zakończenie podaję Ci jeszcze rysunek różnych rodzajów spawów stosowanych przy łączeniu winiduru. Kolorem zielonym zaznaczyłem samą spoinę utworzoną ze stopionego pręta spawalniczego.





RODZINA TWORZYW UTWARDZALNYCH

Dotychczas rozmawialiśmy o polimerach pochodzenia naturalnego, a więc o celulozie, kazeinie, kauczuku, jak również o wielkiej rodzinie „poli". Znaczna większość spośród omówionych tworzyw sztucznych, jak to poznałeś eksperymentując z nimi, po ogrzaniu mięknie i staje się plastyczna, a więc należy do tzw. tworzyw termoplastycznych.

Tworzywa te teoretycznie można ogrzewać nieskończoną ilość razy i formować z nich coraz to nowe przedmioty. Dodałem „teoretycznie", gdyż w praktyce podczas wielokrotnego ogrzewania w tworzywach tych zachodzą częściowe procesy rozkładu wielkich cząsteczek, utlenianie i tym podobne niszczące je reakcje.



Niemniej tworzywa termoplastyczne dają się wielokrotnie przerabiać. Klasycznym przykładem takiego tworzywa może być polistyren. Stare połamane przedmioty, a więc zabawki, galanteria czy pudełka są pełnowartościowym surowcem do produkcji przedmiotów nowych.

Ale oprócz sztucznych tworzyw termoplastycznych znamy jeszcze tworzywa takie, jak bakelit, żywice melaminowe, mocznikowe, poliestrowe czy epoksydowe, które nie miękną, nie uplastyczniają się przy ogrzaniu, a poza tym dosłownie w niczym się nie rozpuszczają.

Pomimo skrajnych niejednokrotnie różnic w wyglądzie zewnętrznym tworzywa te łączy jedna bardzo ważna cecha rodzinna. Jest nią utwardzalność. Tak więc podczas procesu formowania bądź też już po nim w tworzywach utrwadzalnych zachodzą pewne zmiany, w których wyniku substancje te stają się nierozpuszczalne i zupełne niewrażliwe na ogrzewanie.

11. *TWORZYWA TERMOUTWARDZALNE, CZYLI O BAKELICIE, MELAMINIE I ŻYWICY MOCZNIKOWEJ*

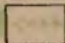
Najbardziej znanym przedstawicielem tworzyw utwardzalnych na gorąco jest bakelit i dlatego nim to właśnie zajmę się na początku.

Wbrew naszemu dotychczasowemu zwyczajowi zapoznania się z bakelitem nie rozpoczniemy od identyfikacji, lecz od opisu produkcji tego tworzywa. Muszę tak postąpić, bakelit bowiem rzadko występuje w postaci czystej. Zwykle spotykasz się z jego najróżniejszymi mie-

szaninami, z których wykonane są liczne przedmioty codziennego użytku. W zależności od tego, jakie dodatki zostały użyte do sporządzenia mieszaniny, zmienia się wygląd i właściwości wyrobu. Musisz się więc z tym liczyć, iż podczas identyfikacji często spotkasz odmienne zjawiska.

Podstawowymi surowcami do produkcji bakelitu jest fenol i formalina. Mieszanina fenolu z formaliną po dodaniu odpowiednich katalizatorów ulega specyficznej reakcji zwanej polikondensacją. Reakcja ta, podobnie jak polimeryzacja, prowadzi do powstania cząsteczek-olbrzymów. Jednak przebieg reakcji jest inny. Jak pamiętasz, podczas polimeryzacji cząsteczki jednego rodzaju, np. styrenu czy chlorku winylu, łączyły się ze sobą tworząc długie łańcuchy. Natomiast polikondensacja zachodzi pomiędzy dwoma rodzajami cząsteczek. W wyniku jej powstają nie długie łańcuchy, lecz sieci i bryły trójwymiarowe, a jednocześnie wydzielany zostaje jakiś produkt







uboczny. Najczęściej jest nim woda, amoniak lub chlorowodór. W przypadku polikondensacji fenolu z formaliną jako produkt uboczny wydziela się woda.

Katalizatorami polikondensacji fenolu z formaliną mogą być zarówno kwasy, jak i zasady. Jednak w zależności od rodzaju użytego katalizatora otrzymuje się różne produkty i o tym właśnie musisz dobrze pamiętać. Polikondensacja prowadzona przy udziale kwasu daje żywicę fenolową zwaną nowolakową. Żywica ta jest możliwa do wykonania w warunkach domowych, a co najważniejsze, żywicę nowolakową można odlewać w formach. Oczywiście, obiecuję Ci, że takie doświadczenie przeprowadzimy.

Tłoczywa

Jeżeli jednak polikondensację fenolu z formaliną przeprowadzi się w obecności wodorotlenku sodowego, powstanie wówczas tzw. żywica rezolowa. Żywica ta, w przeciwieństwie do żywicy nowolakowej, jest niemożliwa do uzyskania w warunkach domowych, a ponadto nie nadaje się do amatorskiego przetwórstwa.

Żywica rezolowa pod wpływem ogrzewania ulega utwardzaniu, nie można jej więc kształtować przez odlewanie, lecz używa się jej jedynie do wyrobu tzw. tłoczyw. Tłoczywa są to sproszkowane mieszaniny żywicy rezolowej z różnymi napełniaczami. Jako napełniaczy do wyrobu tłoczyw używa się odpadków miki, azbestu, mączki lub trocin drzewnych, ścinków tkanin, papieru itp.

Mieszaniną taką napełnia się odpowiedniego kształtu formy. Podczas bardzo silnego ściskania i jednoczesnego ogrzewania w formach zawarta w tłoczywie żywica fenolowa stapia się, spaja całość w jednolitą masę i jednocześnie ulega utwardzeniu. W ten właśnie sposób produkowane są różne wyroby bakelitowe, jak popielniczki, obudowy aparatów telefonicznych i radiowych, gniazdka sieciowe, wyłączniki oraz setki innych przedmiotów. Ponieważ jednak do ich wyrobu użyte być mogą różne napełniacze, stąd też podczas identyfikacji bakelitu obserwować możesz różne zachowanie się badanych próbek.

Identyfikacja

Skoro znasz już produkcję żywic fenolowych oraz sposób otrzymywania z nich tłoczyw, spróbuj teraz przystąpić do identyfikacji wyrobów bakelitowych.

Weź więc kawałeczek dowolnego wyrobu bakelitowego i wprowadź go do małego płomienia. Po chwili zauważysz, że bakelit jest bardzo trudno palny i wyjęty z płomienia od razu gaśnie.

Palący się bakelit daje płomień żółty. W zależności od znajdującego się w nim napełniacza płomień może być bardziej lub mniej kopcący. W tym przypadku świadczy to, że jako napełniacza użyto ścinków tkanin lub skrawków papieru. Kawałek bakelitu wyjęty z płomienia jest twardy, spęczniały, popękany i zwęglony. Jednocześnie poczujesz wyraźny, specyficzny zapach fenolu i ostry, gryzący swąd formaliny. Jeśli napełniaczem był papier, tkanina lub drewno, wówczas i zapach będzie właściwy

dla palących się tych ciał. Zapamiętaj to dobrze, właśnie bowiem zapach i wygląd próbki wyjętej z płomienia pozwolą Ci na odróżnienie bakelitu od innych tworzyw termoutwardzalnych.

Żywica nowolakowa

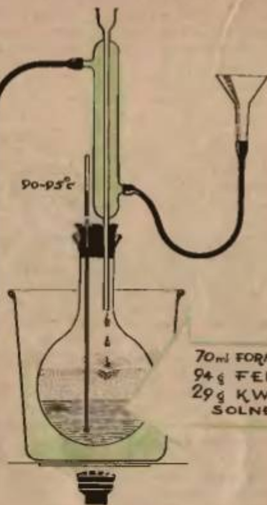
Z wykonania żywicy rezolowej, a następnie tłoczywa musisz niestety zrezygnować. Jak to się mówi — wedle stawu grobla.

Natomiast jeżeli uda Ci się nabyć formalinę, a zwłaszcza fenol, nic nie stoi na przeszkodzie, aby przystąpić do wykonania tzw. żywicy nowolakowej.



Uwaga: fenol jest substancją silnie żrącą. Przy pracy z fenolem musisz więc zachować jak największą ostrożność. Wszelkie manipulacje z fenolem trzeba przeprowadzać w rękawiczkach gumowych, a oczy zabezpieczyć okularami. W razie kapnięcia fenolu na skórę miejsce to zmyj natychmiast dokładnie denaturatem, po czym posmaruj wazeliną.

Weź 70 ml formaliny i 94 g fenolu oraz 2 g stężonego kwasu solnego. Surowce te wlej do kolby szklanej zamkniętej korkiem z dwoma otworami. W jednym otworze osadź chłodnicę zwrotną, w drugim zaś termometr. Kolbę ustaw na wrzącej łaźni wodnej. Po upływie około 30 minut, gdy temperatura mieszaniny w kolbie osiągnie 90—95°C, rozpocznie się burzliwa reakcja polikondensacji. Rozpoznasz ją po tym, iż ciecz w kolbie pocznie



wrzeć, a jednocześnie temperatura wzrośnie do 100°C. Wówczas kolbę zdejmiesz z łaźni wodnej, aby przerwać dalsze ogrzewanie.

Raz zapoczątkowana reakcja polikondensacji przebiega dalej sama. Gdy burzliwa faza reakcji w kolbie ustanie, kolbę umieść ponownie na łaźni wodnej i ogrzewaj tak długo, aż jej zawartość początkowo zmętnieje, a następnie całkowicie się rozwarstwi. Będzie to znak, iż reakcja polikondensacji fenolu z formaliną została zakończona. Przerwij wówczas ogrzewanie i poczekaj, aż pomiędzy obu warstwami powstanie ostra granica.

Teraz górną wodną warstwę ostrożnie zlej, a dolną stanowiącą płynną żywicę nowolakową, po lekkim ogrzaniu przelej do parowniczki. Aby usunąć z żywicy resztki wody, parowniczkę ogrzewaj przez 15 minut na łaźni wodnej, a następnie przez 30 minut na łaźni piaskowej. Podczas suszenia na łaźni piaskowej temperatura stopionej żywicy nowolakowej powinna wynosić 180—200°C.

Po takim suszeniu żywica nowolakowa jest już gotowa i możesz ją wylać do uprzednio przygotowanej formy. Formę odlewniczą najłatwiej jest wykonać z gipsu. Aby zapobiec przyleganiu żywicy do formy, wysmaruj ją dokładnie oliwą. Gotową już żywicę nowolakową możesz również wlać do naczynia szklanego, np. do rurki.

Żywica nowolakowa stygnąc niewiele się kurczy, możesz z niej więc otrzymywać różne przedmioty, jak kółka, kadłuby statków czy też inne elementy modelarskie. Uprzedzamy Cię jednak, iż żywica nowolakowa jest dość krucha, a więc nie odlewaj z niej przedmiotów o cienkich ściankach.

Bakelit na domowym warsztacie

Wbrew temu tytułowi domowa obróbka ogranicza się głównie do żywicy nowolakowej. W stanie stopionym możesz tę żywicę zabarwić przez dodanie kilku procent odpowiedniego pigmentu lub barwnika. Formowanie tej żywicy, jak wiesz, odbywać się może jedynie przez odlewanie. Wyroby z żywicy nowolakowej dają się bardzo dobrze ciąć piłką do metalu, toczyć, obrabiać pilnikiem, szlifować i polerować do wysokiego połysku natłuszczonym filcem posypanym kredą.

Jeżeli natomiast chodzi o wyroby z tłoczyw rezolowych, to niestety formować ani barwić się ich nie da. Płyty bakelizowane, wyroby z tłoczyw czy też turbaks można jedynie obrabiać mechanicznie.

Do klejenia pękniętych wyrobów bakelitowych możesz używać klejów nitrocelulozowych. O wiele jednak mocniejsze spoiny dają kleje wykonane z ciekłych żywic fenolowych. Jednym z takich klejów znajdujących się w handlu jest tzw. „Hermetyk", używany również do uszczelnień w silnikach spalinowych. Klej ten posiada konsystencję gęstego syropu. Przedmioty nim pokryte po przesuszeniu w celu utwardzenia spoiny trzeba ogrzewać do temperatury 130°C przez około 40 minut.

Tworzywa aminowe

Im dalej w las, tym więcej drzew.

O ile z licznymi przedstawicielami rodziny „poli" mogłeś łatwo wykonać wiele ciekawych doświadczeń, o tyle teraz zakres eksperymentowania bardzo się już zacieśnił.

Jeszcze gdy była mowa o bakelicie, mogłeś przynajmniej sam wykonać żywicę nowolakową. Natomiast teraz, przy omawianiu dalszych tworzyw utwardzalnych na gorąco, trzeba się będzie niestety ograniczyć tylko do identyfikacji oraz obróbki. Winę ponoszą tu skomplikowane, a tym samym i niedostępne surowce.

Zaczynając naszą rozmowę o tworzywach utwardzalnych wspomniałem, że drugie miejsce po bakelicie zajmują w tej grupie bardzo dziś popularne tworzywa mocznikowe i melaminowe, zwane ogólnie tworzywami aminowymi. Nazwa ta pochodzi stąd, iż zarówno mocznik jak też i melamina zawierają grupy NH_2, czyli grupy aminowe.

Nazwy obu tych związków brzmią może dosyć dziwnie i obco, ale zapewniam Cię, iż tworzywa z nich otrzymywane, a właściwie wyroby, są bardzo popularne i zetknąłeś się z nimi już na pewno wielokrotnie.

Weźmy dla przykładu tak już znane lejki, filiżanki, wyłączniki, gniazdka, talerzyki, kubki, miseczki czy też turystyczne maselniczki bądź też pudełeczka śniadaniowe. Wszystkie te przedmioty wykonane właśnie z tworzyw aminowych są w miłych dla oka, jasnych, pastelowych kolorach.

Taki kubeczek lub talerz ogrzany we wrzącej wodzie

lub nawet nad płomieniem nie nabiera plastyczności, czyli po prostu nie mięknie. Wielkim jednak błędem byłoby doszukiwanie się tu bliskiego pokrewieństwa do bakelitu. Zapamiętaj bowiem dobrze, że z żywic rezolowych nie można otrzymać przedmiotów o czystych, jasnych kolorach. Dzieje się tak dlatego, że żywice fenolowo-formaldehydowe posiadają zawsze ciemnobrunatny kolor i dlatego można z nich produkować jedynie przedmioty bakelitowe ciemnobrązowe, ciemnozielone bądź czarne.

Identyfikacja

Jeśli więc spotkasz jakiś przedmiot z tworzywa sztucznego nietermoplastycznego, a przy tym zabarwiony na jasno, możesz być pewny, iż nie jest to bakelit, lecz któraś z żywic aminowych.

Ostatecznej odpowiedzi co do rodzaju żywicy dostarczy analiza w płomieniu. Weź więc kawałeczek białego gniazdka, kubeczka czy kolorowego talerzyka i wprowadź do małego, nieświecącego płomienia gazowego lub lampki spirytusowej.

Z łatwością zauważysz, że dopiero po długim trzymaniu w płomieniu próbka zaczyna się palić. Wyjęta z płomienia próbka nie gaśnie, pali się, lecz bardzo powoli. Płomień badanego kawałka jest żółty z zielonkawoniebieskimi brzegami. Pozostałość po spaleniu jest popękana, spęczniała i na brzegach pokrywa się charakterystycznym białym nalotem. Podczas palenia się próbki poczujesz wyraźny zapach formaldehydu (formaliny) i amoniaku.

Te wszystkie objawy będą świadczyć, iż masz do czynienia z żywicą mocznikową.

Ale uwaga: próbka o zupełnie podobnym wyglądzie zewnętrznym może się zachowywać podczas identyfikacji troszkę inaczej. Wprowadzana do płomienia zapali się, ale bardzo opornie i dopiero po pewnym czasie. Pozostałość po spaleniu jest popękana, spęczniała i z białawymi nalotami na krawędziach. W powietrzu poczujesz zapach amoniaku i formaldehydu. A więc jak dotychczas zachowanie jest identyczne, jedyną różnicę stanowi barwa płomienia. Jak pamiętasz, poprzednio, gdy paliłeś żywicę mocznikową, płomień był żółty z zielonkawoniebieską obwódką. Może się jednak zdarzyć, iż będzie on tylko bardzo jasnożółty. Wówczas jest to znak, że masz do czynienia z drugim rodzajem żywic aminowych, a mianowicie z żywicą melamino-wo-formaldehydową.



A więc, jak widzisz, rozróżnienie tych dwóch typów tworzyw aminowych nie jest wcale sprawą prostą.

!

Parę słów o zastosowaniach

Żywice mocznikowe i melaminowe otrzymuje się przez polikondensację mocznika lub melaminy z formaldehydem. W zależności od wzajemnego stosunku ilościowego surowców, rodzaju zastosowanych katalizatorów, jak również sposobu prowadzenia procesu polikondensacji otrzymuje się żywice w postaci roztworów, gęstego syropu lub twardego, szklistego ciała stałego. Ciekłe żywice amino-

we stanowią surowiec lakierniczy. Właśnie ciekłe żywice melaminowe są podstawowym składnikiem nowoczesnych, wysokiej jakości lakierów piecowych. Lakiery takie po „wypaleniu", czyli wygrzaniu w temperaturze powyżej 120°C dają powłoki bardzo twarde i nadzwyczaj odporne mechanicznie.

Takimi właśnie lakierami pokrywane są pralki, lodówki, maszyny do szycia, rowery, skutery.

Pytasz, jaki cel ma wypalanie przedmiotów pokrytych lakierami melaminowymi?

Jak wiesz, żywicę melaminową zaliczamy do tworzyw termoutwardzalnych. W czasie produkcji żywicy proces polikondensacji zostaje celowo niedoprowadzony do końca. Dopiero podczas ogrzewania przedmiotu pokrytego lakierem proces polikondensacji zostaje ostatecznie zakończony. Zakończenie polikondensacji jakiegokolwiek tworzywa termoutwardzalnego oznacza powstanie ciała twardego, niemięknącego po ogrzaniu i w niczym nierozpuszczalnego.



Żywice mocznikowe i melaminowe niecałkowicie jeszcze spolimeryzowane służą do wyrobu tłoczyw. Żywicami takimi nasyca się różne napełniacze, a więc ścinki papieru, tkanin, azbestu, włókien. Tak otrzymanym tłoczywem napełnia się formy. Podczas bardzo silnego

prasowania połączonego z ogrzewaniem zawarta w formie żywica aminowa po raz ostatni topi się, spaja dany wyrób w jedną całość i już raz na zawsze zostaje utwardzona.

Właśnie taką metodą z tłoczyw aminowych produkowana jest różnobarwna zastawa stołowa, białe gniazdka, wtyczki, przełączniki, tace itp. Pytasz, czy tak popularne dziś laminaty mają coś wspólnego z żywicami aminowymi?

Tak, mają i to — konkretnie — z żywicami melaminowymi.

Bezbarwnymi roztworami tych żywic nasycone są papiery o odpowiednim deseniu lub też gęste, barwne tkaniny. Tak otrzymane arkusze układane są na cienkich płytach papieru bakelizowanego, po czym całość poddawana jest prasowaniu na gorąco. Pod wpływem ogrzewania żywica melaminowa ulega utwardzeniu, dzięki czemu na powierzchni papieru bakelizowanego tworzy się bardzo odporna mechanicznie warstewka o szklistym połysku. Płyty takie, o nazwie handlowej Unilam, są do nabycia w sklepach chemicznych. W technice nazwą laminaty określa się ogólnie tworzywa o warstwowej budowie (warstwy łączone żywicami syntetycznymi), dlatego też laminatami nazywane są również ostatnio produkowane tkaniny podklejane gąbką poliuretanową. Błędem natomiast jest nazywanie laminatem zwykłych, twardych płyt pilśniowych pokrytych tylko twardą powłoką lakieru melaminowego.

14 — Z tworzywami sztucznymi na ty



Domowa obróbka tworzyw aminowych

Tworzywa aminowe nie są wdzięcznym obiektem dla amatorów modelarzy i majsterkowiczów. Tworzywa te w domowych warunkach możesz tylko obrabiać mechanicznie, czyli ciąć (piłką do metalu o bardzo drobnych zębach), wiercić otwory, piłować, polerować. Ten ostatni zabieg możesz wykonać przy pomocy kawałka filcu posmarowanego zieloną lub czerwoną pastą polerowniczą do metali.

Do łączenia przez klejenie części z tworzyw aminowych stosować możesz kleje fenolowo-formaldehydowe lub mocznikowo-formaldehydowe. Tworzywa aminowe mogą trwale pracować w temperaturze 100°C i są całkowicie odporne na wszelkie kwasy, ługi, sole oraz stężony kwas siarkowy i azotowy. W odróżnieniu od innych tworzyw żywice melaminowe i mocznikowe zupełnie nie chłoną wilgoci. Warto, abyś o tym pamiętał, gdyż tworzywa aminowe są wymarzonymi wprost izolatorami elektrycznymi.

12. UTWARDZANE NA ZIMNO, CZYLI O POLIESTRACH I ŻYWICACH EPOKSYDOWYCH

Czy zastanawiałeś się kiedyś, w jaki sposób produkowane są łodzie ratunkowe?

Mówisz, że zwyczajnie, tłoczone są z blachy.

Nic podobnego. Odpowiednią formę wykłada się warstwami mat szklanych nasyconych jakąś lepkawą cieczą. Po paru godzinach z formy wyjmowane są gotowe już, gładkie i równe łodzie. Tylko trzeba je pomalować i już są gotowe.

W ten sam sposób, to znaczy metodą nasycenia kolejnych warstw mat lub tkanin szklanych taką lepką cieczą, wyrabiane są przeświecające, faliste płyty, zbiorniki, wanny, nadwozia samochodów.

Cieniuteńkie, lecz nadzwyczaj mocne i wytrzymałe włókienka szklane nie stanowią żadnej rewelacji. Bardzo natomiast ciekawą substancją jest ciecz służąca do nasycania tkanin lub mat. Stanowią ją roztwory tzw. żywicy poliestrowej. W ostatniej chwili przed użyciem żywicę poliestrową miesza się z katalizatorem. Po nasyceniu taką mieszaniną włókien szklanych już w temperaturze pokojowej zachodzą procesy polikondensacji, dzięki czemu powstaje jedna zwarta bryła ciała stałego, twardego, ogromnie wytrzymałego i w niczym nierozpuszczalnego.

Do tego rodzaju produkcji stosowana jest żywica poliestrowa o nazwie handlowej Polim I. Żywica ta po zmieszaniu z odpowiednim katalizatorem już w temperaturze pokojowej ulega całkowitemu utwardzeniu.



Widzę już po Twojej minie, że miałbyś wielką ochotę na taką żywicę poliestrową, już chciałbyś ją mieszać z katalizatorami i odlewać w formach. Uprzedzam Cię, że nie wypadłoby

to dobrze, gdyż żywica poliestrowa utwardzając się ulega skurczeniu. Dlatego też używa się jej jedynie jak „zaprawy" do łączenia w jedną całość warstw włókien szklanych.

Ponieważ nabycie żywicy poliestrowej jest sprawą bardzo trudną, nie będę Ci o niej więcej opowiadał. Podam jedynie sposób identyfikacji. Otóż próbka laminatu (włókna szklane nasycone żywicą poliestrową), umieszczona w płomieniu, zapala się bardzo opornie. Pali się jasnożółtym płomieniem, przy czym wydziela się duża ilość czarnego dymu. Po spaleniu pozostaje rodzaj szkieletu z okopconych włókien szklanych. Przy paleniu się laminatu poczujesz wyraźny zapach styrenu.

Rodzeństwo epidianów

Jeżeli interesujesz się tworzywami sztucznymi, to na pewno spotkałeś się niejednokrotnie z nazwą Epidian 3, Epidian 5 czy też Epidian 10.



Każdy z tych epidianów jest mniej lub bardziej gęstą, jasnożółtą cieczą. Nie wdając się w dosyć zawiłą budowę chemiczną zapamiętaj jednak, że ciecze te stanowią roztwory żywic epoksydowych.

W przeciwieństwie do poliestrowych żywice epoksydowe nadają się doskonale do odlewania w formach. Dzięki minimalnemu tylko kurczeniu się podczas utwardzania, roztworami żywic epoksydowych z katalizatorami zalewa się dla uszczelnienia transformatory, kondensatory, uzwojenia silników elektrycznych itp.

Podobnie jak żywice poliestrowe, żywice epoksydowe, czyli ciecze oznaczone nazwą handlową Epidian, po wymieszaniu z odpowiednim katalizatorem już w temperaturze pokojowej gęstnieją, po czym przechodzą w twarde, bardzo wytrzymałe i w niczym nierozpuszczalne ciała stałe.

Żywice epoksydowe służą do produkcji lakierów, klejów jak też substancji do zalewania i uszczelniania rozmaitego sprzętu elektrotechnicznego.

Zachowanie się w płomieniu utwardzonej już żywicy epoksydowej jest zbliżone do zachowania się laminatów poliestrowych. A więc próbka zapala się trudno, po czym, płonie kopcąc. Istotną różnicę stanowi bardzo silne „puchnięcie" palącej się próbki.

Najłatwiejszym do nabycia przedstawicielem żywic epoksydowych jest doskonały klej dwuskładnikowy — Epidian 5.



ZAKOŃCZENIE

Parę rad końcowych

Wszystko, co przyjemne szybko przemija i szybko się kończy. Tak też jest i z naszą rozmową o tworzywach, którą w każdym razie ja uważam za przyjemną. Zdawałoby się, że ledwie ją zaczęliśmy, a tu już trzeba kończyć.

Na pewno w trakcie naszej rozmowy nasunęło Ci się sporo pytań bądź też nagromadziło trochę niejasności i wątpliwości. Byłem z góry na to przygotowany i właśnie myślę nad tym, jakby Ci tu jeszcze pomóc.

Otóż pewną pomocą w takich przypadkach może być zamieszczony na końcu książeczki tablica-klucz do identyfikacji tworzyw sztucznych. Serdecznie Cię zapraszam do korzystania z materiałów tam zawartych. Jak już wspomniałem na wstępie, posługiwanie się encyklopediami i wszelkiego rodzaju tablicami nie jest dla współczesnego człowieka żadnym wstydem, a przeciwnie, dobrze o nim świadczy. Ponadto, co tu ukrywać, niektóre wątpliwości rozwiewają się jak pod dotknięciem czarodziejskiej różdżki po... powtórnym i uważnym przeczytaniu danego tekstu.

Tym niemniej obawiam się, że niektóre problemy i pytania pomimo najuważniejszego czytania pozostaną nadal bez odpowiedzi. Mam nadzieję, że właśnie Ty zainteresujesz się bliżej tworzywami sztucznymi, a wówczas ta książeczka już Ci nie wystarczy. Sięgaj wtedy śmiało po książki trochę już poważniejsze:

A.F. Bujanow: Dziś i jutro tworzyw sztucznych. Iskry 1963.

S. Sękowski: Świat tworzyw sztucznych. WP 1966.

Ponadto, gdyby któreś z tworzyw zainteresowało Cię specjalnie i pragnąłbyś zdobyć o nim wyczerpujące dane, polecam Ci serię o tworzywach sztucznych wydawaną przez Wydawnictwo Naukowo-Techniczne. W serii tej ukazało się już około 30 książek. A oto tytuły niektórych z nich: Polietylen, Żywice epoksydowe, Aminoplasty, Polistyren, Barwienie tworzyw sztucznych, Preparatyka tworzyw sztucznych.

A może na kilkanaście lat na półkach księgarskich pojawi się przez Ciebie już napisana książka o tworzywach sztucznych?

Albo może Twoje nazwisko będzie podawane przy wiadomościach donoszących o jakichś nowych osiągnięciach w tej dziedzinie chemii? Byłby to dla mnie najlepszy dowód, iż warto było przez wiele długich wieczorów przygotowywać tę obecną naszą rozmowę.

Ale tymczasem musimy już powiedzieć sobie do zobaczenia, do spotkania w innej książeczce, która z kolei poświęcona jest elektrochemii domowej.

UPROSZCZONA IDENTYFIKACJA PŁOMIENIOWA TWORZYW SZTUCZNYCH OMÓWIONYCH W KSIĄŻCE

tworzywo	łatwość palenia	próbka gaśnie po wyjęciu z płomienia	wygląd płomienia	wygląd pozostałości po spaleniu	zapach
polichlorek winylu	mała	tak	żółty, zielony na brzegach, biały dym	mięknie, czernieje	ostry zapach HCl
polistyren	duża	nie	żółtopomarańczowy, gęsty czarny dym	mięknie i nadtapia się	charakterystyczny dla styrenu
polietylen	duża	nie	wierzchołek niebieskawy, dół żółty	topi się, spływa kroplami	palonej parafiny
polimetakrylan metylu	średnia	nie	wierzchołek żółtawy, cały niebieskawy, drobne iskierki	mięknie, lekko ciemnieje	woń kwiatowa hiacyntów
tworzywa poliamidowe	średnia	tak	biały z żółtym wierzchołkiem	topi się, kapiące krople	charakterystyczny
bakelit a) żywica lana	mała	tak	żółty, iskry	głębokie zwęglenie	fenolu i formaldehydu
b) z trocinami	mała	tak	żółty	zwęgla się, pęcznieje	fenolu, formaldehydu i palonego drewna
tworzywo aminowe a) mocznikowe	mała	tak	jasnożółty, brzegi zielonkawoniebieskie	pęcznieje, pęka, bieleje na brzegach	mocznika, formaldehydu, amoniaku
b) melaminowe	bardzo mała	tak	jasnożółty	j. w.	j. w.
poliestry, laminat szklany	mała	tak	jasnożółty, gęsty czarny dym i kopeć	okopcony szkielet z włókien szklanych	charakterystyczny dla styrenu
żywice epoksydowe	mała	nie	jasnożółty, czarny dym	bardzo silnie spęczniała	słodki, charakterystyczny
guma	duża	nie	ciemnożółty, czarny dym	mięknie dając lepką masę	charakterystyczny dla palonej gumy
ebonit	średnia	nie	żółtopomarańczowy, czarny dym	pęcznieje, nie mięknie	zapach SO_2
celuloza a) azotan	bardzo duża	nie	żółty, bardzo gorący, spalanie gwałtowne	bez pozostałości spala się całkowicie	charakterystyczny, gdy zgaśnie
b) octan	średnia	nie	żółty, nieco czarnego dymu	topi się i spływa płonącymi kroplami	charakterystyczny dla kwasu octowego
galalit	średnia	tak	popielaty, żółty dym	pęcznieje, pęka, częściowo się zwęgla	spalonych włosów
akrylonitryl	średnia	nie	żółty, trzaski iskierki	czarna, zwęglona	spalonego rogu odczyn alkaliczny
poliestry włókna	mała	nie	żółty, silnie kopcący	brak	słodkawy mdły odczyn alkaliczny
poliestry laminaty szklane	mała	tak	jasnożółty czarny dym	okopcony szkielet szklany	styrenu
poliuretany	średnia	nie	żółtawy	lekko zwęglona	ostry charakterystyczny

SPIS TREŚCI

WYDAWNICTWA SZKOLNE i PEDAGOGICZNE — WARSZAWA 1974

Wydanie drugie — Nakład 15000+220 egz. — Arkusz druk. 7/32, wyd. 8,63
Zamówiono 16. IV. 1973 r. — Podpisano do druku 4. III 1974 r.
Druk ukończono w kwietniu 1974 r. — Zam. nr 793/742 — Cena zł 18.—
Papier ilustr. kl. V, 80 g, 70×100 cm, z fabryki we Włocławku N-4/17

WSiP ZAKŁADY GRAFICZNE, BYDGOSZCZ, UL. JAGIELLOŃSKA 1